



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

**Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften**  
**Studiengang Lebensmitteltechnologie**

## **Bachelorarbeit**

# **Integration einer akustischen Messung in die Texturanalyse von Kartoffelchips und Karotten**

**Verfasser:** Jörn Seidel

**Betreuer:** Prof. Dr. Peter Meurer  
Prof. Dr.-Ing. Heralt Schöne

**URN:** urn:nbn:de:gbv:519-thesis 2010-0120-0

Neubrandenburg, 8. März 2010

## **Abstract**

The most mentioned attributes for the texture of food are crispness and crunchiness. The crispness results of the different fractural behaviour of dry and wet food. During biting and chewing the structure or the cell walls burst suddenly and sound energy will be released. Recording and measuring this sound energy can quantify the crispness. The aim of this study is the integration of acoustic measurements into the instrumental tests for the evaluation of the crispness. Therefore two tests were performed with measuring the force and the acoustic emissions simultaneously. First it was determined the effect of an increasing water content on the crispness of potato chips. The second test was determining the influence of different temperatures for blanching carrots.

## Abkürzungsverzeichnis

AED	Acoustic Envelope Detector
dB	Dezibel
ha	Hektar
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
$L_p$	Schalldruckpegel
Pa	Pascal
s	Standardabweichung
VK	Variationskoeffizient
$F_{\max}$	Maximalkraft
$F_{\max 1.Bruch}$	Maximalkraft beim ersten Bruch
$\bar{x}$	Mittelwert

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Stand der Wissenschaft und Technik .....</b>	<b>4</b>
2.1	Akustik .....	4
2.2	Textur .....	6
2.2.1	Definition Textur .....	6
2.2.2	Texturmessung .....	6
2.2.3	Geräuscentstehung Kartoffelchip, Karotte .....	7
2.3	Kartoffelchip .....	8
2.4	Karotten .....	9
<b>3</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>10</b>
3.1	Messprinzip der akustischen Texturmessung .....	10
3.2	Texturmessung der Stapelchips mit unterschiedlichem Wassergehalt .....	11
3.3	Texturmessung der Karotten bei unterschiedlichen Blanchiertemperaturen .....	14
3.4	Statistische Methoden .....	16
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>17</b>
4.1	Einfluss des Wassergehaltes auf die Textur von Kartoffelchips .....	17
4.1.1	Mechanische Texturmessung von Stapelchips .....	17
4.1.2	Akustische Texturmessung von Stapelchips .....	20
4.1.2.1	Maximaler Schalldruckpegel .....	20
4.1.2.2	Auszählen der akustischen Peaks .....	21
4.1.3	Sensorische Beurteilung der Stapelchips .....	23
4.2	Einfluss unterschiedlicher Blanchiertemperaturen auf die Knackigkeit von Karotten .....	24
4.2.1	Mechanische Texturmessung der Karotten .....	24
4.2.2	Akustische Texturmessung von Karotten .....	27
4.2.3	Sensorische Beurteilung der blanchierten Karotten .....	29
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>30</b>

<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>Formelverzeichnis .....</b>	<b>38</b>
<b>Anlagen</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>

## **1 Einleitung**

Bei der Textur von Lebensmitteln spielt neben der Farbe, Geschmack und dem Geruch eine wichtige Rolle bei der Verbraucherakzeptanz. Die Lebensmittelindustrie strebt deshalb an, ihre Produkte stets mit einer gleich hohen oder verbesserten Qualität zu verkaufen. Um das zu gewährleisten, werden in der Regel sensorische Prüfungen durch ein geschultes Testpanel durchgeführt. Aufgrund des hohen zeitlichen und personellen Aufwandes werden vermehrt instrumentelle Messmethoden eingesetzt, deren Ergebnisse in einem hohen Grad mit der sensorischen Beurteilung eines Lebensmittels korrelieren.

Die Knusprigkeit oder Knackigkeit von Lebensmitteln werden als die wichtigsten Textureigenschaften betrachtet. Mechanische Messmethoden wie die z.B. die Texturanalyse mit einem Texture Analyser oder Penetrometer haben sich bisher bei den Untersuchungen der Knackigkeit und Knusprigkeit bewährt. Da aber diese Attribute im Wesentlichen ein akustisches Ereignis sind, müssen auch instrumentelle Methoden die charakteristischen Geräusche erfassen und bewerten können. Zu diesem Zweck wurden bereits einige Erforschungen unternommen und daraufhin akustische Messmethoden entwickelt.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, die akustische Messung in die Texturanalyse zu integrieren. Dabei werden der Einfluss des Wassergehaltes auf die Knusprigkeit von Kartoffelchips und der Einfluss unterschiedlicher Blanchiertemperaturen auf die Knackigkeit von Karotten getestet. Weiterhin ist zu prüfen, ob die akustische Messung als ein guter Indikator für die Knusprigkeit und Knackigkeit von Lebensmitteln betrachtet werden kann.

## 2 Stand der Wissenschaft und Technik

### 2.1 Akustik

Zu Beginn dieser Arbeit soll in diesem Abschnitt ein kleiner Einblick über die Grundlagen der Akustik vermittelt werden.

Bei der Akustik handelt es sich um das Verhalten des Schalls, insbesondere um seine Entstehung, Ausbreitung und Vernichtung. Schall entsteht, wenn eine Schallquelle die Gasmoleküle in der Luft zum Schwingen anregt. Dabei breiten sich die Luftmoleküle sinusförmig in Wellen aus, wobei gegenüber dem Ruhedruck sehr kleine Druckschwankungen auftreten. Die Druckschwankungen bringen das Trommelfell im menschlichen Ohr zum Vibrieren. Im Mittelohr werden die Bewegungen des Trommelfells über kleine Gehörknöchelchen (Hammer, Amboss, Steigbügel) und weiter über das Ovale Fenster auf die mit Flüssigkeit gefüllte Innenohrschnecke übertragen. Im Innenohr nehmen Sinneszellen die Bewegungen auf und wandeln sie in bioelektrische Impulse um. Zum Schluss werden diese Impulse durch den Hörnerv an das Gehirn weitergeleitet. Die Abbildung 1 zeigt den anatomischen Aufbau des Ohres im Querschnitt.

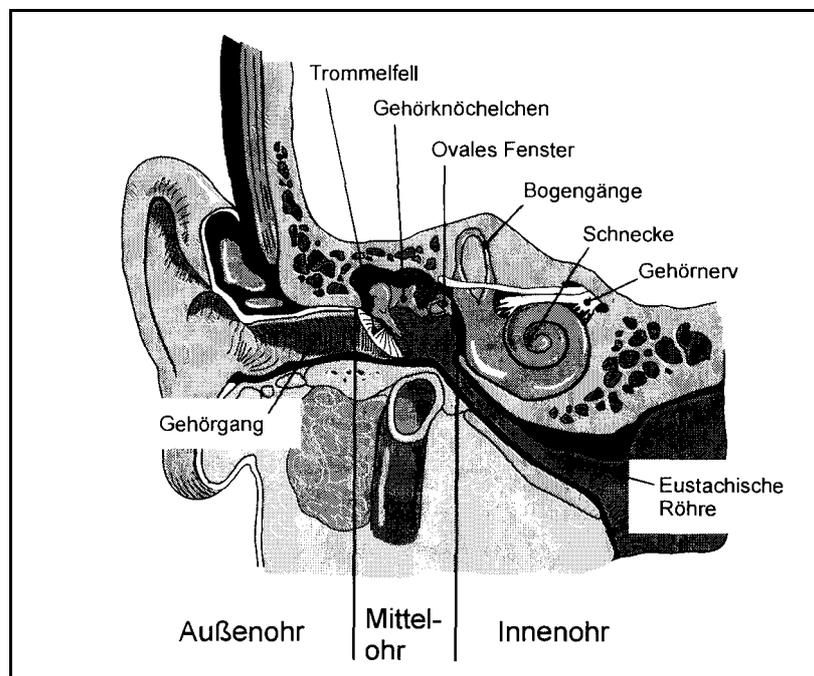


Abb. 1: Querschnitt durch das Ohr (Hoffmann, 2003)

Ein gesundes Ohr kann bereits einen Schalldruck ab  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa wahrnehmen. Dieser Druck wird deshalb Hörschwelle genannt. Um der Stärke des Schalls eine Größe zuordnen zu

können, wird der Schalldruckpegel  $L_p$  verwendet. Er wird er als der 20-fache Logarithmus des Verhältnisses zwischen dem gemessenen Schalldruck und dem Schalldruck der Hörschwelle definiert und ergibt sich nach folgender Gleichung:

$$L_p = 20 \cdot \lg \left( \frac{p}{p_0} \right) \text{dB} \quad (1)$$

$p$  = gemessener Schalldruck

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa (Hörschwelle)

Der dimensionslose Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben. Damit ergibt sich für die Hörschwelle ein Pegelwert von 0 dB und für die Schmerzschwelle ( $p = 20$  Pa) ein Wert von 120 dB. Eine Erhöhung um 10 dB kommt einer Verdoppelung der Lautstärke gleich.

In der Praxis setzen sich Schalldruckwellen aus verschiedenen Anteilen unterschiedlicher Frequenzen zusammen. Die Frequenz ergibt sich aus der Anzahl der Schwingungen pro Sekunde und bestimmt die Tonhöhe (angegeben in Hz). Die einfachste Form ist der Ton mit nur einer Frequenz. Die zweite Signalform ist der Klang, der sich aus mehreren Einzeltönen zusammensetzt, deren Frequenzen in einem ganzzahligen Verhältnis zu einer Grundfrequenz stehen (z.B. bei Musikinstrumenten). Als dritte Signalform gibt es das Geräusch (z.B. das Knuspern der Kartoffelchips), bei denen viele Teilfrequenzen dicht beieinander liegen und die Schalldrücke schwanken.

Vorrangig beschäftigt sich die Akustik mit dem hörbaren Schall, da er mit den Ohren wahrnehmbar ist. Es gibt aber auch aufgrund der Art des übertragenden Mediums den Wasser- bzw. Körperschall. Der vom Menschen hörbare Schall wird durch die untere und obere Hörgrenze beschränkt. Dabei wird die kleinste noch als Ton wahrnehmbare Schwingungszahl je Sekunde als untere Hörgrenze bezeichnet. Sie liegt bei 16 Hz. Die obere Hörgrenze liegt bei älteren Menschen bei etwa 10 kHz, wohingegen jüngere Menschen noch Frequenzen bis 20 kHz wahrnehmen können. Das Frequenzgebiet unterhalb der unteren Hörgrenze nennt man Infraschall und wird meist als Erschütterung oder Vibration empfunden. Liegen die Frequenzen oberhalb von 20 kHz spricht man von Ultraschall, der von manchen Tieren (z.B. Hunde, Fledermäuse, Delphine) wahrgenommen wird (Bergmann *et al.*, 1990).

## 2.2 Textur

### 2.2.1 Definition Textur

Neben dem Geschmack, Geruch und der Farbe spielt auch die Textur eines Lebensmittels eine wichtige Rolle bei dem Essensgenuss und somit auch bei der sensorischen Analyse. Die Textur ist nach der Internationalen Organisation für Normung (ISO) definiert als die Gesamtheit aller rheologischen und strukturellen Eigenschaften eines Lebensmittels, welche durch mechanische, taktile, visuelle und auditive Rezeptoren messbar sind. Ergänzend zur taktilen Sinneswahrnehmung (z.B. statisch empfundene Tasteindrücke mit den Fingerspitzen) wird die kinästhetische Wahrnehmung (z.B. dynamisch entstehender Eindruck beim Brechen eines Lebensmittels) als haptischer Gesamteindruck zusammengefasst (Blanshard, 1988; Weipert, 1993).

### 2.2.2 Texturmessung

Um die Textur von Lebensmitteln wie z.B. Karotten und Kartoffelchips zu bestimmen, gibt es zwei grundlegende Möglichkeiten: Einerseits können Lebensmittel durch sensorische Prüfungen getestet werden, andererseits können instrumentelle Messmethoden angewendet werden. Bei der sensorischen Prüfmethode geschieht die Texturanalyse durch Menschen, indem wichtige strukturelle und rheologische Eigenschaften durch die Sinnesorgane beschrieben werden. Diese Tests sind jedoch sehr zeitaufwendig, da sich das Prüfpanel bei einigen Methoden auf die gleiche Bedeutung von gewählten Attributen, die das Produkt charakterisieren, einigen muss. Ein weiterer großer Nachteil ist das Zusammenstellen von Panelteilnehmern zu einer Gruppe von mindestens 10-15 Personen. Hierin besteht die Schwierigkeit, dass einerseits das Panel ungeschult sein könnte und die Auswertung der Texturanalyse erschweren könnte. Andererseits entsteht ein enormer personeller und organisatorischer Aufwand, um ein geschultes Panel zu erstellen (Lawless, 1999). Nach der DIN 10961 für die Schulung von Prüfpersonen wird empfohlen, etwa die doppelte bis dreifache Personenanzahl zu schulen, um auf ein Panel von mindestens 10 Prüfern zurückgreifen zu können.

Die sensorischen Prüfmethoden liefern zwar eine komplette Beschreibung der Textur des zu untersuchenden Lebensmittels, aber aufgrund der großen Nachfrage nach Wirtschaftlichkeit und Zeitersparnis in der Lebensmittelindustrie bieten schnelle und einfach zu bedienende instrumentelle Messmethoden große Vorteile (Lawless, 2002; Roudaut, 2002). Geräte wie das Penetrometer oder der Texture Analyser untersuchen dabei die Strukturstärke über einen

eingedrückten Messkörper bei einer vorgegebenen Eindruckzeit sowie Eindringtiefe und messen die entstandene Kraft bei dem Deformieren und Brechen des zu testenden Materials (Metzger, 2002). Die verwendeten Messkörper und Apparaturen imitieren dabei durch ihre geometrische Konfiguration den Biss in ein Lebensmittel oder den Kauvorgang im Mund.

Die erhaltenen Messdaten sind ein guter Indikator für die meisten Textureigenschaften und sind durchaus vergleichbar mit einem geschulten Prüfpanel (Salvador, 2009; Weipert, 1993).

Um aber die wichtigsten Textureigenschaften wie die Knusprigkeit eines Kartoffelchips und die Knackigkeit einer Karotte ausreichend instrumentell erfassen zu können, müssen auch die akustischen Geräusche, welche charakteristisch beim Kauen oder Beißen auftreten, während der Texturanalyse berücksichtigt werden (Chen *et al.*, 2005). Drake (1963) untersuchte eine Vielzahl an Lebensmitteln und stellte fest, dass Produkte, die als knackig und knusprig angesehen werden, lautere Geräusche verursachen. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Lautstärke der erzeugten Geräusche in einem engen Zusammenhang mit der Beurteilung von Knackigkeit und Knusprigkeit steht. Vickers (1979) vertrat die Meinung, dass die Knusprigkeit und Knackigkeit ein rein akustisches Ereignis sind. Liu (1999) testete, ob akustische Aufzeichnungen von Kauvorgängen für die Beurteilung der Textur wichtig sein könnten. Er fand heraus, dass eine Frequenzanalyse sowie die Höhe der akustischen Signale gute Indikatoren für eine knusprige und knackige Textur sind. Harker (2001) nahm die Geräusche von Äpfeln während des ersten Bisses und Kauens auf. Das Mikrofon wurde dabei seitlich am Ohr positioniert. Diese Geräuschproben wurden einem sensorischen Testpanel vorgespielt. Dabei stellte sich jedoch heraus, dass zwischen einer ebenfalls durchgeführten mechanischen Texturmessung und einer sensorischen Prüfung eine höhere Korrelation bestand. Chen (2005) maß unter anderem die Anzahl der akustischen Ereignisse von Keksen und stellte fest, dass die akustische Texturmessung in einem engen Zusammenhang zu der sensorischen Beurteilung steht.

### 2.2.3 Geräuschenstehung Kartoffelchip, Karotte

Durch das Beißen und Kauen einer Karotte oder Kartoffelchips entstehen die typischen Geräusche, die diese Lebensmittel charakterisieren und auch so vom Verbraucher als angenehm empfunden werden. Die Entstehung solcher Geräusche geschieht je nach Art des Lebensmittels auf eine verschiedene Weise. Obst und Gemüse (z.B. Karotte) bestehen aus pflanzlichen Zellen, in denen der Zellsaft nach außen gegen die Zellwände drückt (Turgordruck). Wird nun die Zellwand durch Kauen oder Beißen zerstört, entsteht ein Geräusch. Man kann diesen Effekt mit einem platzenden Ballon vergleichen. Platzt die

Pflanzenzelle, dann breitet sich der unter Druck stehende Zellsaft schnell nach außen aus und es werden Schalldruckwellen erzeugt. Sind die Zellwände stärker aufgebaut, können sie vor dem Zerreißen den größeren Drücken im Zellinneren widerstehen, es kommt dann zu größeren Schallwechseldrücken und somit auch zu lauterem Geräuschen.

Trockene Produkte wie der Kartoffelchip sind aus einem spröden und harten Gerüst aufgebaut, in dem die Zwischenräume mit Luft gefüllt sind. Wenn nun während des Abbeißen ein Druck auf dieses Gefüge wirkt, verbiegen sich Teile dieser Matrix bis es schließlich zum Bruch kommt. Danach schnellen die verbliebenen Teile des Gefüges in ihre ursprüngliche Form zurück. Die dadurch ausgelösten Vibrationen erzeugen wiederum einen Schallwechseldruck und somit ein Geräusch (Lawless, 1999; Sherman, 1979).

### 2.3 Kartoffelchip

Kartoffelchips sind sehr beliebte Snack-Produkte. Sie sind so genannte Frittierprodukte, die schwimmend in heißem Fett oder Öl hergestellt werden. Hierbei wird im Produktionsprozess das Wasser aus den Kartoffelstücken durch 160 – 180 °C heißes Öl bis auf einen Endfeuchtegehalt von 2 % verdampft.

Zu Beginn der Chipsherstellung werden die Kartoffeln in Carborundschälern geschält. Nach der Schälung können noch wenige Schalenreste vorhanden sein. Dies stellt jedoch kein Problem dar, weil die Kartoffeln in dünne Scheiben geschnitten werden und die Schalenreste kaum noch auffallen. Ein kleiner Schalenrest am Rand der Chips ist darüber hinaus auch erwünscht. Nach dem Schälen werden die Kartoffeln in speziellen Schneidemaschinen in 1,2 bis 2,0 mm dicke Kartoffelscheiben geschnitten. Die Schnittstärke beeinflusst die Farbe und den Ölgehalt in den fertigen Chips. Um eine Verklebung des Produktes aufgrund von freigewordener Stärke zu vermeiden, werden nach dem Schneiden die Kartoffelscheiben intensiv gewaschen. Das anhaftende Wasser wird vor dem Frittiervorgang mit Hilfe von Schüttlern und Gummiwalzen entfernt. Die Dauer des Frittierens ist abhängig von der Stärke der Beschickung, der Frittieretemperatur, der Schnittdicke und dem Trockensubstanzgehalt der Rohkartoffel. Bei der Herstellung wird ständig neues Öl der Frittieranlage zugegeben, da die fertigen Chips stets eine gewisse Menge Öl aus der Frittieranlage aufsaugen. Die immer populärer werdenden Stapelchips werden im Unterschied zu den normalen Chips nicht aus frischen Kartoffeln hergestellt, sondern mittels Extruder aus Kartoffelpüree geformt und dann frittiert. Dadurch werden eine gleichmäßige, stapelbare Form und eine wesentliche Reduzierung des Fettgehaltes erreicht. Dabei werden jedoch an die Stapelchips die gleichen

Anforderungen bezüglich der Qualität gestellt wie bei aus frischen Kartoffeln hergestellten Chips. (Putz, 1998).

Die Knusprigkeit der Kartoffelchips hängt im Wesentlichen von dem Wassergehalt ab. Werden Kartoffelchips nach dem Öffnen der Packung über einen längeren Zeitraum offen gelagert, nehmen sie über die Raumluft oder anliegende Lebensmittel Feuchtigkeit auf. Das Strukturgefüge erweicht und verliert an Härte. Somit vermindert sich auch die Fähigkeit, dass Teile dieses Gefüges nach dem Bruch in ihre ursprüngliche Form zurückschnellen. Durch die kleineren Vibrationen werden kleinere Schallwechseldrücke und somit ein kleinerer Geräuschpegel erzeugt (Rojo, 2008; Sherman, 1979).

## 2.4 Karotten

Die Karotte (*Daucus carota* L. ssp. *sativus*) wird schon seit über 2 000 Jahren als Kulturpflanze genutzt. Pro Jahr werden etwa 5,4 Millionen Tonnen Karotten auf einer Anbaufläche von ca. 468 000 ha (Stand 2002) geerntet und ist somit eine der wichtigsten Gemüsesorten. Zur Weiterverarbeitung werden bei den 2-jährigen, 30–80 cm hohen Pflanzen die zur Rübe ausgebildeten Wurzeln genutzt, weshalb Karotten deswegen zu den Wurzelrüben gezählt werden. Die orange-roten Rüben bestehen aus einem inneren Holzkörper und der umgebenden Rinde. Der Holzkörper wird von dem Kambium umhüllt und sorgt für das Dickenwachstum, indem es nach innen neue Holzzellen und nach außen Rindenzellen ausbildet. Karotten haben einen hohen Anteil an  $\beta$ -Carotin, einer Vorstufe, aus der sich erst im menschlichen Körper das Vitamin A (Retinol) bildet. Der Gehalt an wichtigen Inhaltsstoffen ist in der Rinde höher als im Holzkörper. Deswegen wird angestrebt, Karotten mit einem möglichst hohen Rindenanteil und einem kleinen Holzkörper mit dem gleichen Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen wie die Rinde zu züchten (Hohmann, 2007; Liebster, 2002).

Der Hauptteil der geernteten Karotten wird als Konserve verkauft. Ein wichtiger technologischer Verarbeitungsschritt des Konservierens ist das Blanchieren. Das Hauptziel des Blanchierens ist hier das Erzielen einer bestimmten Textur der Karotte. Durch den thermischen Einfluss von Wasser kommt es zur Denaturierung der Proteine, die unter Abgabe von Wasser schrumpfen. Des Weiteren wird das unlösliche Protopektin als strukturgebende Gerüstsubstanz in den Zellwänden löslich gemacht. Dadurch kommt es durch die Abnahme des Turgordrucks zu strukturellen Erweichungen und somit auch zu weniger lauten Geräuschen beim Kauen von Karotten (Heiss, 2004; Nehring, 1969).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Messprinzip der akustischen Texturmessung

Typische knackige und knusprige Geräusche sind durch ein Mikrofon sowie einem zusätzlichem Modul messbar, genannt Acoustic Envelope Detector (AED), das an den Texture Analyser angeschlossen wird. So ist es nun möglich, die aufgewendete Kraft und die bei dem Bruchvorgang entstandenen akustischen Signale simultan zu messen und aufzuzeichnen.

Das Prinzip ist wie folgt: Die Schalldruckwellen lassen die Membran des Mikrofons, ähnlich wie bei dem Trommelfell, vibrieren. Diese Schwingungen erzeugen elektrische Spannungen, die dem Schalldruckpegel proportional sind. Zuvor muss der AED kalibriert werden. Durch Messungen bei einem niedrigen (94 dB) und einem höheren (114 dB) Schalldruckpegel wandelte der AED die gemessene Spannung in Dezibel um. Mit einem integrierten Filter ist der AED in der Lage, Frequenzen unterhalb von 3 kHz herauszufiltern. So ist es möglich, dass störende Hintergrundgeräusche oder auch das Eigengeräusch des Texture Analysers ausgeblendet werden. Die Pegelmessung von Kartoffelchips und Karotten wird dabei nicht beeinträchtigt, da deren Frequenzen in der Regel höher als 3 kHz sind. Für die Messung von besonders kleinen Geräuschpegeln gibt es bei dem AED die Option zur Verstärkung eines akustischen Signals (Drehschalter „Gain“).

Mit einem Computerprogramm lassen sich die Messungen der Kraft und des Geräuschpegels graphisch darstellen und auswerten. Die Abbildung 2 zeigt als Beispiel eine Messung des Versuches mit einem Kartoffelchip. Die Markierung 1 zeigt deutlich, dass es während der Deformation des Kartoffelchips zu einem abrupten Abfallen der Kraft und gleichzeitig zu einer Erhöhung des akustischen Signals kommt. Also kann man davon ausgehen, dass immer Geräusche erzeugt werden, wenn die die Kraft auf den Kartoffelchip plötzlich nachgibt. Die Markierung 2 zeigt einen Vorteil der akustischen Texturmessung: Man erkennt, dass ein Geräusch gemessen wurde, obwohl das anhand der Kraft-Weg-Kurve allein nicht zu erschließen ist. Durch diese detaillierte Aufzeichnung der akustischen Signale ist es nun möglich, die instrumentelle Texturanalyse enorm zu verbessern.

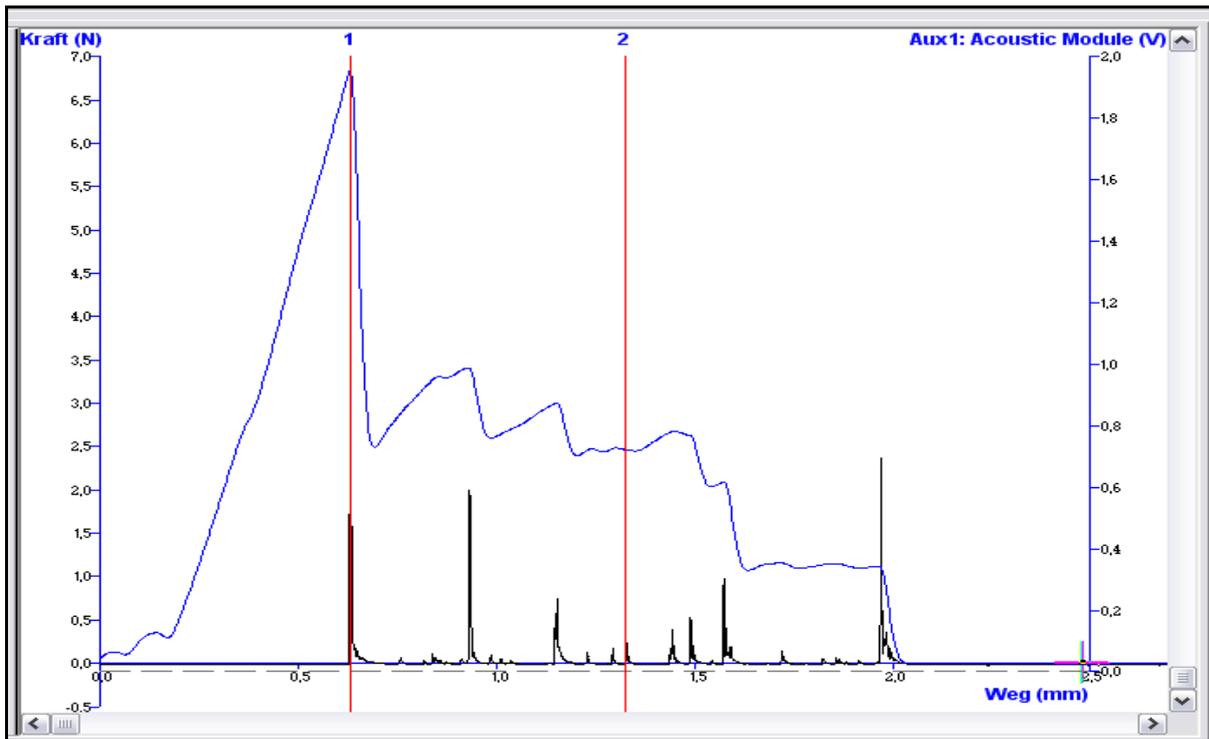


Abb. 2: Simultane Darstellung der Kraft und der akustischen Signale

### 3.2 Texturmessung der Stapelchips mit unterschiedlichem Wassergehalt

In diesem Versuch wurde getestet, wie sich der Einfluss des Wassergehaltes auf die Knusprigkeit von Stapelchips auswirkt. Dabei wurde in die mechanische Messung die akustische Texturanalyse integriert. Getestet wurden Stapelchips mit Paprikageschmack der Firma K-Classic. Der Vorteil der Stapelchips war, dass sie die gleiche Form und Größe hatten. Das Zuschneiden auf eine einheitliche Größe entfiel damit bei der Probenvorbereitung, es konnten vergleichbare Ergebnisse der Analyse erwartet werden. Um einen bestimmten Wassergehalt der Chips für den Versuch einzustellen, wurde folgendermaßen vorgegangen: Die Chips wurden aus der kurz zuvor geöffneten Verpackung entnommen. Jeweils 4 Stapelchips wurden in 6 Verpackungsbechern (1 000 ml) um eine kleine Schale platziert. In die kleine Schale wurde eine bestimmte Menge an dest. Wasser mit einer Pipette zugegeben. Die Abbildung 3 zeigt, dass dabei die Chips möglichst frei lagern sollten, d.h. es gab keine Überdeckung der Chips untereinander. So sollte gewährleistet werden, dass jeder Chip die gleiche Fläche hatte, um Wasser aus der Luft zu absorbieren, und sich möglichst eine geringe Streuung der gemessenen Wassergehalte ergeben. Die genaue Wasserzugabe mit den daraus resultierenden gemessenen Wassergehalten ist in der Tabelle 8 im Anhang aufgeführt.



Abb. 3: Verpackungsbecher mit Chips zur Probenaufbereitung

Zum Schluss wurden die Becher mit einem Deckel verschlossen und für ca. 48 h bis zur Messung in einem Schrank bei Zimmertemperatur dunkel gelagert.

Die Texturmessung erfolgte mit dem Texture Analyser „XTplus“ mit installierter 5 kg Kraftzelle und dem AED der Firma Stable Micro Systems. Es wurden je Wassergehaltsstufe alle 4 Chips getestet. Als spezielle Testvorrichtung wurde der „Crisp Fracture Support Rig (HDP/CFS)“ gewählt. Das ist eine spezielle Apparatur, wo der Chip auf einen Hohlzylinder gelegt wird. Während des Tests drückt ein Messkopf mit 5 mm Durchmesser auf die Oberfläche des Stapelchips, so dass es zur Deformation und zum Bruch der Probe kommt. Die Vorschubgeschwindigkeit betrug 1 mm/s, der Vorschub wurde auf 6 mm festgesetzt. Die Aufzeichnung der wirkenden Kraft wurde bei 0,049 N ausgelöst. Um die Knackgeräusche optimal aufzunehmen, wurde das Mikrofon (Fa. Brüel & Kjær; Typ: 4188-A-021) in einem Abstand von 3 cm zu dem Messkopf in einem Winkel von ca. 45° seitlich positioniert (Abbildung 4). Die Filterfunktion und Signalverstärkung des AED wurden nicht gewählt. Für die Datenverarbeitung mit der Auswertungssoftware „Texture Exponent 32“ wurde festgelegt, dass 500 Messpunkte je Sekunde aufgezeichnet werden. Von der entstandenen Kraft-Weg-Kurve wurde für die Ermittlung der Knusprigkeit die maximale Kraft ( $F_{\max 1.Bruch}$ ) während des ersten Bruchs der Chips verwendet. Als weiteres Indiz für Knusprigkeit wurde die Steigung der Kraft-Weg-Kurve während des Bruchs als Messgröße der Knusprigkeit ermittelt (Sherman, 1979). Meurer (1991) stellte jedoch bei Versuchen mit fermentierten Gurken fest, dass die Steigung im Kraft-Weg-Diagramm höhere Korrelationen zur sensorisch ermittelten Knackigkeit aufwies als die maximale Kraft. In dieser Arbeit zur Texturanalyse von Chips und Karotten werden aber noch beide Messgrößen als Indiz für die Knusprigkeit und

Knackigkeit betrachtet. Von den akustischen Messwerten wurden als Maß für die Knusprigkeit der maximale Schalldruckpegel sowie die Anzahl der signifikanten akustischen Peaks ermittelt.



Abb. 4: Versuchsaufbau für die Texturmessung des Stapelchips

Unmittelbar nach den Messungen wurden Bruchreste der getesteten Stapelchips auf ihren Wassergehalt mit dem Schnellfeuchtebestimmer MA 40 der Fa. Sartorius untersucht. Dabei wurden pro Wassergehaltstufe 4 Messungen (pro Stapelchip eine Messung) durchgeführt und daraus die Mittelwerte errechnet (Tabelle 8 im Anhang). Zum Schluss wurde noch eine kurze sensorische Prüfung durchgeführt, bei der kurz einige wichtige Attribute für Chips beschrieben wurden.

### 3.3 Texturmessung der Karotten bei unterschiedlichen Blanchiertemperaturen

In diesem Versuch wurde getestet, wie sich unterschiedliche Blanchiertemperaturen auf die Knackigkeit von Karotten auswirken. Getestet wurden Speisemöhren der Sorte Nerac. Um vergleichbare Messergebnisse zu ermitteln, mussten die Karotten vor dem Blanchieren auf eine möglichst gleiche Form und Dicke geschnitten werden. Dabei wurde der obere größere Teil der Karotten mit einem Scheibenschneider der Fa. Rewebo in 5 mm dicke Scheiben quer zur Längsachse geschnitten. Aufgrund der konischen Form der Karotte unterschieden sich die Scheiben noch in ihrer Breite. Deshalb wurden die Karottenscheiben noch mit einem Doppelklingenmesser auf eine einheitliche Breite von 2,5 cm geschnitten (Abbildung 5).

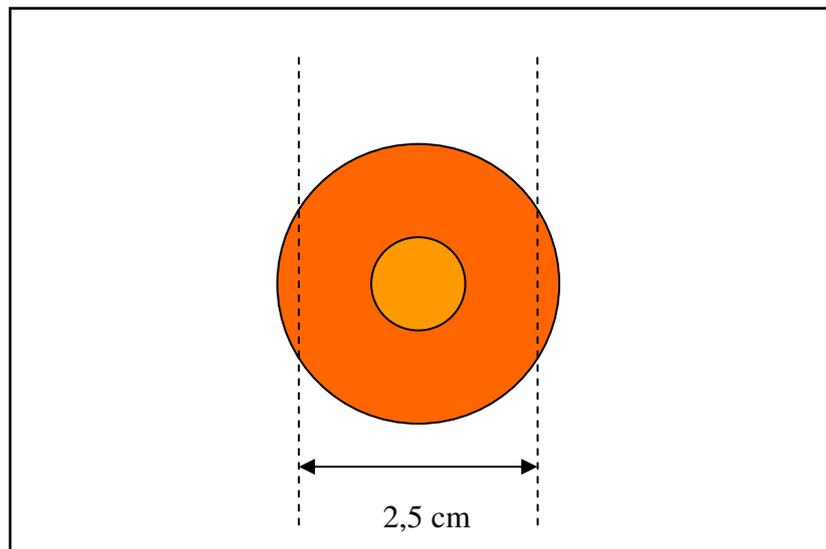


Abb. 5: Darstellung der Messerschnitte für die Probenvorbereitung

Die Karottenscheiben wurden jeweils bei 3 unterschiedlichen Temperaturen für max. 5 min in heißem Wasser blanchiert: 70°C, 90°C und 100°C. Alle 30 s wurden für die Texturmessung fünf Scheiben entnommen. Also wurden für jeden Versuchsansatz 50 Karottenscheiben benötigt sowie fünf Scheiben für die Messung der rohen Karotten. Anschließend erfolgte die Texturmessung mit dem Texture Analyser mit installierter 50 kg Kraftzelle. Für die Analyse der Karotten wurde als Testvorrichtung ein Messerset mit einer scharfen Klinge (Werkzeug: HDP/BS) ausgewählt. Bei dieser Apparatur wurde eine Karottenscheibe auf einer eingeschlitzten Schneidplatte so platziert, dass das herunterfahrende Messer die Karotte auf einer Länge von 2,5 cm durchschneidet (Abbildung 6).

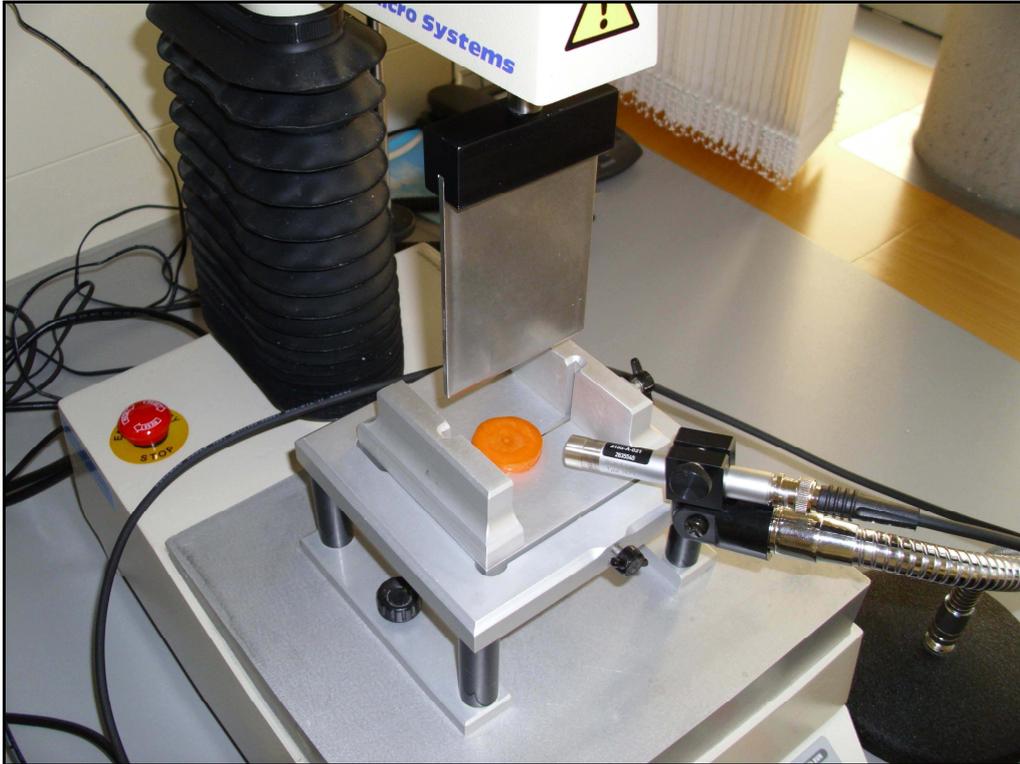


Abb. 6: Versuchsaufbau für die Texturmessung der Karotten

Die Vorschubgeschwindigkeit betrug 1,5 mm/s, der Vorschub wurde auf 10 mm festgesetzt. Die auslösende Kraft für die Aufzeichnung der Messwerte betrug 0,49 N. Für die optimale Aufzeichnung des Knackens während der Versuche wurde das Mikrophon in einem Abstand von ca. 2 cm zu der Schnittfläche im Winkel von ca. 45° frontal positioniert. Die Einstellungen des AED wurden wie bei dem Versuch mit den Stapelchips gewählt (kein Filter, keine Signalverstärkung). 500 Messpunkte ergaben wieder eine Kraft-Weg-Kurve, von der die Maximalkraft  $F_{\max}$  und der Anstieg der Kraft-Weg-Kurve für die Bestimmung der Knackigkeit genutzt wurden. Von den akustischen Messwerten wurde der maximale Schalldruckpegel ermittelt.

Nach der Messung wurde eine kurze sensorische Prüfung der Karotten durchgeführt.

### 3.4 Statistische Methoden

Für die Berechnung des Mittelwertes wurde folgende Formel verwendet:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Für die Berechnung der Standardabweichung wurde folgende Formel verwendet:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Für die Berechnung des Variationskoeffizienten wurde folgende Formel verwendet:

$$VK = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (4)$$

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Einfluss des Wassergehaltes auf die Textur von Kartoffelchips

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse des Versuches dokumentiert, welchen Einfluss der Wassergehalt auf die Textur von Stapelchips hat. Für die Auswertung wurden von den jeweils 4 Proben mit gleichem Wassergehalt die Mittelwerte der Messergebnisse verwendet. Die Datenblätter mit allen Einzelmessungen befinden sich im Anhang.

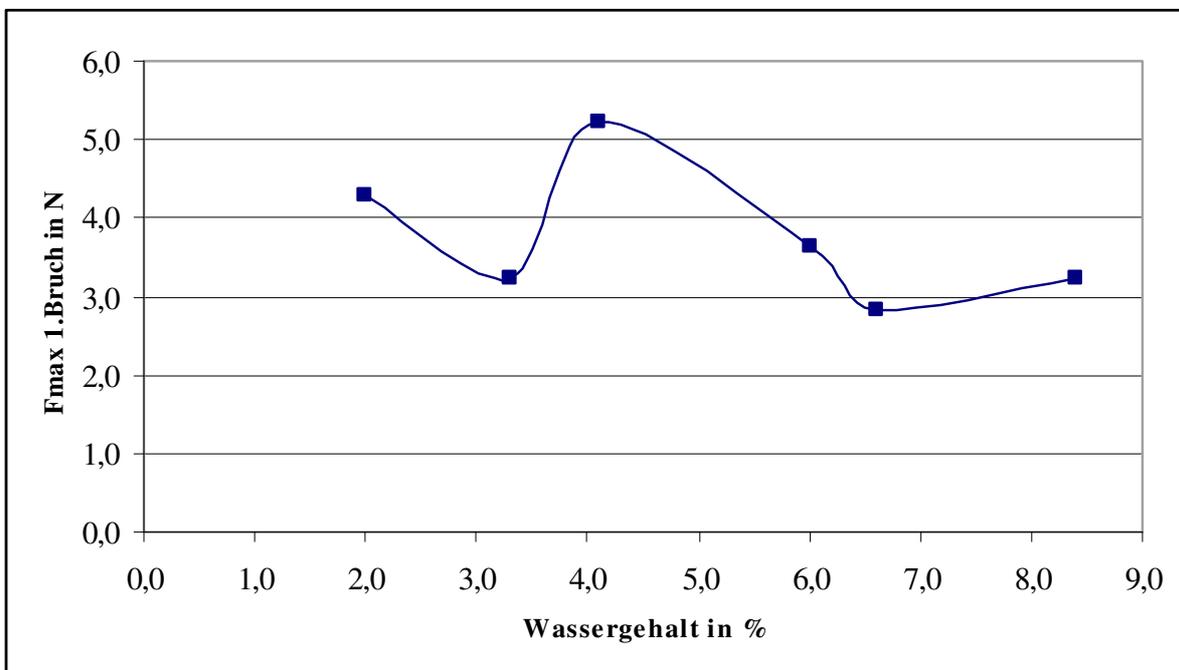
#### 4.1.1 Mechanische Texturmessung von Stapelchips

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der mechanischen Texturmessung präsentiert. Es wurden der Anstieg und die Höhe des ersten signifikanten Kraftpeaks gemessen. Der erste Peak charakterisiert den ersten starken Bruch der Probe. Die Höhe des Peaks,  $F_{\max 1.Bruch}$  in Newton (N), gibt an wie hart das Produkt ist. Der Anstieg des Peaks gibt an, wie steif oder biegsam die Probe ist. Je flacher der Anstieg ist, desto biegsamer ist der Stapelchip. Eine hohe Bruchkraft und ein steiler Anstieg der Kraft sind Indizien für die Knusprigkeit von Stapelchips.

Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse, welche Kraft aufgewendet werden musste, um den Stapelchip zu brechen. Der größte Kraftaufwand wurde bei einem Wassergehalt von 4,1 % gemessen, der niedrigste Kraftaufwand bei einem Wassergehalt von 6,6 %. Auffällig ist der hohe Variationskoeffizient bei fast allen Messungen. Lediglich bei einem Wassergehalt von 8,4 % streuen die Werte wenig. Zur besseren Veranschaulichung ist der Verlauf der Krafteinwirkung bei steigendem Wassergehalt in Abbildung 7 graphisch dargestellt.

Tab. 1:  $F_{\max 1.Bruch}$  in N bei steigendem Wassergehalt

Wassergehalt in %	$\bar{x}$ (n = 4)	Variations- koeffizient in %
2,0	4,3	37,6
3,3	3,2	40,9
4,1	5,2	41,4
6,0	3,6	24,1
6,6	2,8	51,0
8,4	3,2	7,7

Abb. 7: Verlauf  $F_{\max 1.Bruch}$  bei steigendem Wassergehalt

Man sieht in der Abbildung 7, dass die Werte von  $F_{\max 1.Bruch}$  stark variieren. Es ist nicht festzustellen, ob sich die Knusprigkeit der Stapelchips mit steigendem Wassergehalt ändert. Bei einem Wassergehalt von 2,0 %, das entspricht dem üblichen Wassergehalt frisch geöffneter Kartoffelchips, bricht der Chip bei einer Kraft von durchschnittlich 4,3 N. Dann sinkt die Bruchkraft auf einen Wert von 3,2 N bei einem Wassergehalt von 3,3 %. Ungewöhnlich ist der nun folgende Anstieg auf die gemessene Maximalkraft bei einem Wassergehalt von 4,1 %. Mit steigender Feuchte auf 6,6 % sinkt die Bruchkraft

erwartungsgemäß auf einen Wert von 2,8 N, um nochmals bei einem Wassergehalt von 8,4 % minimal zu steigen.

Zusätzliche Informationen über die Textur liefert uns die Biegsamkeit des Stapelchips. Die in Tabelle 2 gezeigten Anstiege liefern einen Überblick über das Deformationsverhalten der Chips bei steigendem Wassergehalt.

Tab. 2: Anstiege in N/mm bei steigendem Wassergehalt in den Chips

Wassergehalt in %	$\bar{x}$ (n = 4)	Variations- koeffizient in %
2,0	10,4	49,1
3,3	9,1	35,6
4,1	10,5	56,9
6,0	5,0	25,1
6,6	2,6	13,4
8,4	2,0	12,8

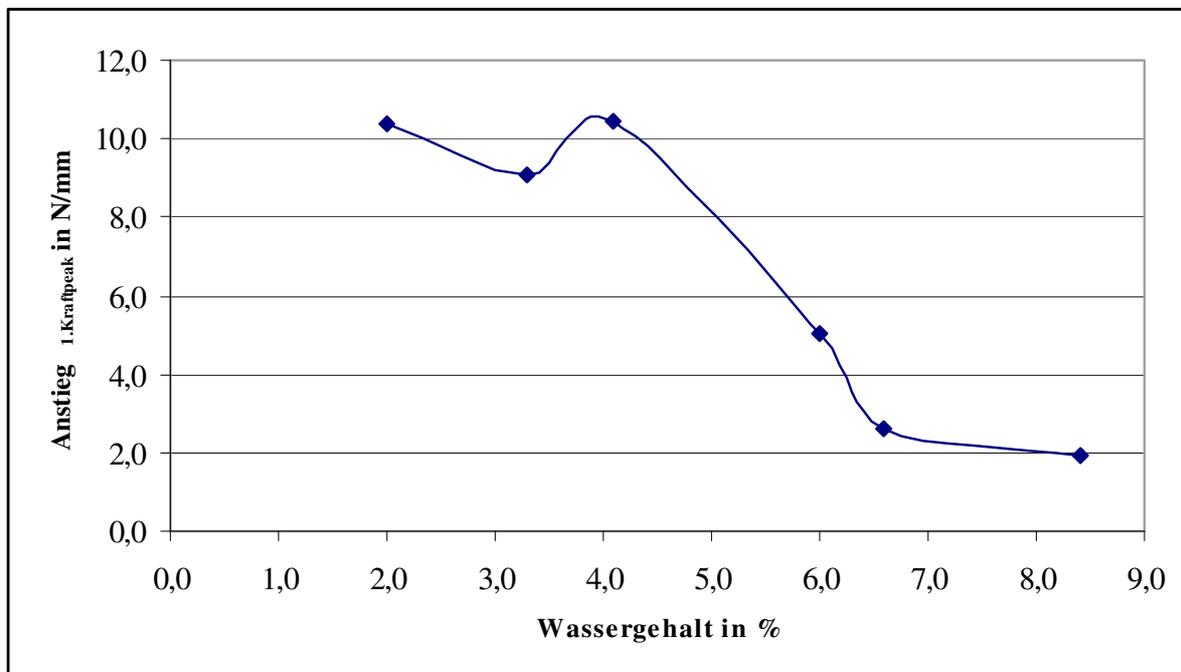


Abb. 8: Verlauf des Anstiegs im ersten Bruch mit zunehmendem Wassergehalt

Abbildung 8 zeigt den Verlauf der unterschiedlichen Anstiege in den Kraft-Weg-Kurven bei steigendem Wassergehalt. Bei einem Wassergehalt von 2,0 % haben die Chips einen Anstieg von 10,4 N/mm. Dann sinkt er auf einen Wert von 9,1 N/mm bei 3,3 % Wassergehalt. Anschließend steigt wieder die Steifheit der Chips auf den maximalen Wert von 10,5 N/mm. Bis zu dem Wassergehalt von 6,6 % sinkt die Steifheit stark ab, dann nochmals etwas weniger auf den niedrigsten Wert von 2,0 N/mm bei einem Wassergehalt von 8,4 %. Das heißt, dass das Deformationsverhalten ab einem Wassergehalt von ca. 5 % größer wird und die Chips ihre ursprüngliche feste Textur verlieren. Vergleicht man die Veränderung des Anstiegs mit dem Verlauf der Bruchkraft (s. Abbildung 7), lassen sich Parallelen erkennen. Bei beiden Auswertungen werden die maximalen Werte bei einem Wassergehalt von 4,0 % erreicht. Es ist auch ein kurzzeitiges Abfallen der Werte bei einem Wassergehalt von 3,3 % zu erkennen.

#### 4.1.2 Akustische Texturmessung von Stapelchips

Zur Unterstützung der mechanischen Texturuntersuchung wurde die akustische Messung in die Texturanalyse integriert. Dabei wurde der maximale Schalldruckpegel in dB gemessen sowie die Anzahl der signifikanten akustischen Peaks ermittelt. Der maximale Schalldruckpegel und die Anzahl der akustischen Peaks werden als Indiz für die Knusprigkeit von Kartoffelchips angesehen.

##### 4.1.2.1 Maximaler Schalldruckpegel

Die Tabelle 3 zeigt die maximalen Schalldruckpegel in dB bei steigendem Wassergehalt in den Chips. Der Verlauf der unterschiedlich starken Geräuschemission ist in Abbildung 9 zu sehen.

Tab. 3: Max. Schalldruckpegel in dB bei steigendem Wassergehalt

Wassergehalt in %	$\bar{x}$ (n = 4)	Variations- koeffizient in %
2,0	104,4	2,6
3,3	104,8	0,7
4,1	103,6	3,0
6,0	100,6	3,7
6,6	82,6	14,5
8,4	67,5	12,2

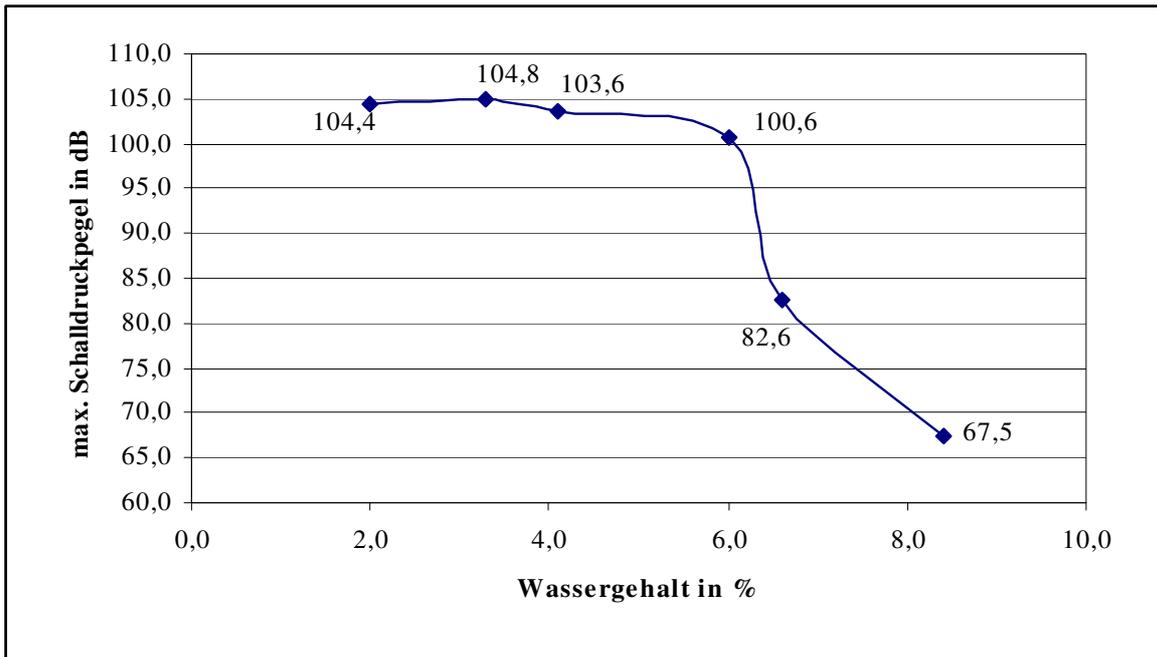


Abb. 9: Änderung des Schalldruckpegels bei steigendem Wassergehalt

Abbildung 9 zeigt, dass die max. Schalldruckpegel einen Wert von über 100 dB bis zu einem Wassergehalt von ca. 6 % annehmen. Danach sinkt der maximale Schalldruckpegel enorm bis auf 67,5 dB ab. Der höchste Pegel mit 104,8 dB wird bei einem Wassergehalt von 3,3 % erreicht, was im Gegensatz zu den Ergebnissen der mechanischen Texturmessung steht. Dort wurde für diesen Wassergehalt wegen der niedrigeren Werte ein Mangel an Knusprigkeit und Festigkeit festgestellt.

#### 4.1.2.2 Auszählen der akustischen Peaks

Eine andere Möglichkeit die Knusprigkeit zu messen, ist das Zählen der signifikanten akustischen Peaks. Dabei gilt: Je mehr akustische Ereignisse vorhanden sind, desto knuspriger ist die Probe. Die Methode ist schnell durchzuführen. Sollten allerdings viele Proben untersucht werden, sollte diese Auszählung mit Hilfe der Auswertungssoftware durchgeführt werden. Es wurden von allen 4 Proben des jeweiligen Wassergehaltes die akustischen Peaks gezählt und daraus der Mittelwert berechnet. Die Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Auszählung. Auffällig ist die starke Streuung der Zählung, zu erkennen anhand der hohen Standardabweichung und des hohen Variationskoeffizienten.

Tab. 4: Anzahl der akustischen Peaks bei unterschiedlichem Wassergehalt

Wassergehalt in %	$\bar{x}$ Anzahl der Peaks (n = 4)	Standard- abweichung	Variations- koeffizient in %
2,0	16,3	3,1	19,2
3,3	16,5	3,4	20,3
4,1	14,3	6,3	44,2
6,0	9,8	3,4	35,1
6,6	2,8	1,9	69,8
8,4	0,3	0,4	173,2

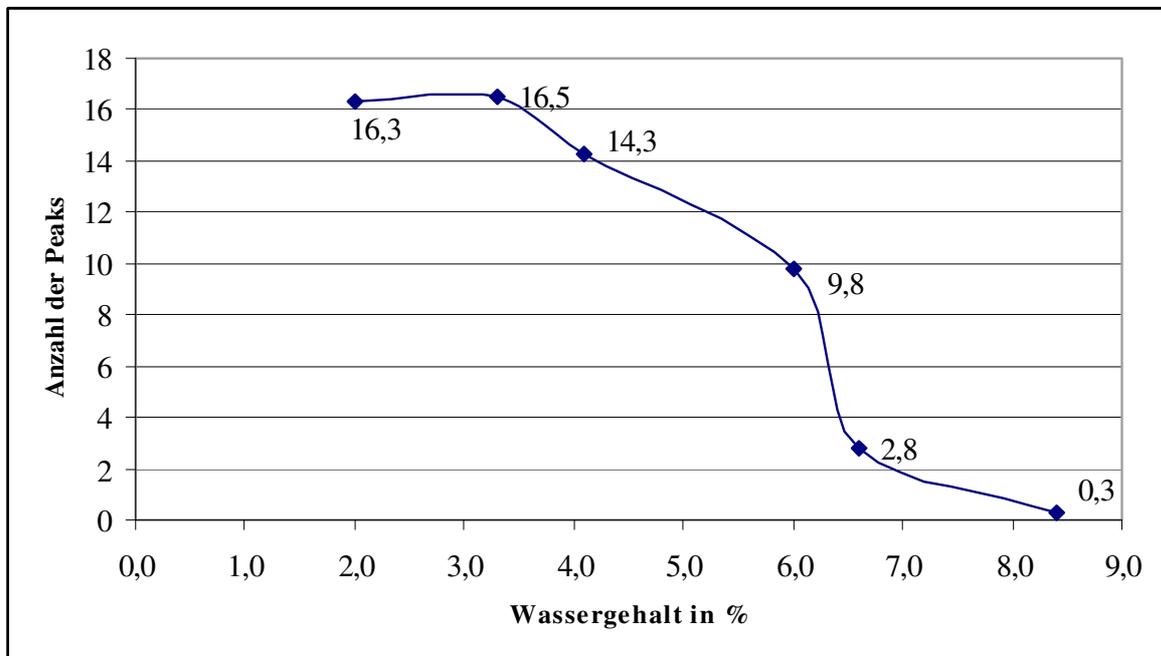


Abb. 10: Anzahl der akustischen Peaks mit steigendem Wassergehalt

Die Abbildung 10 stellt grafisch dar, wie sich die Anzahl der gezählten akustischen Peaks bei steigendem Wassergehalt verändert hat. Mit 16,3 und 16,5 Peaks sind die Kartoffelchips mit den beiden niedrigen Wassergehalten als am knusprigsten zu betrachten. Danach sinkt die Anzahl der Geräuschereignisse stetig bis auf eine durchschnittliche Anzahl von 0,3 Peaks, was eigentlich keiner Geräuschentwicklung gleich kommt. Obwohl bei dieser Art der akustischen Texturbestimmung nicht die Amplituden der Peaks berücksichtigt worden sind, besteht eine starke Korrelation zu der Bestimmung der Knusprigkeit mittels des maximalen Schalldruckpegels. Der Verlauf der beiden Graphen ist identisch. Bei beiden Methoden ist zu

erkennen, dass die Knusprigkeit der Chips bis zu dem Wassergehalt von 3,3 % steigt und dann bis zu dem Wassergehalt von 8,4 % absinkt. Es ist auch erkennbar, dass die Chips ab einem Wassergehalt von 6,0 % jeweils enorm an Knusprigkeit verlieren.

#### 4.1.3 Sensorische Beurteilung der Stapelchips

Die sensorische Prüfung der Stapelchips erfolgte unmittelbar nach der instrumentellen Texturanalyse. Es wurden die wichtigsten Parameter wie Knackigkeit, Mundgefühl und Geschmack bestimmt und kurz zusammengefasst.

Die Stapelchips mit dem niedrigsten Wassergehalt von 2,0 % waren knusprig und sehr brüchig. Schon beim ersten Biss zerfiel der Chip in mehrere kleine Stücke. Nach den ersten Kauvorgängen wurde der Chip pulverisiert bis sich schließlich eine breiartige Konsistenz ergab. Der Geschmack war intensiv paprikaartig und würzig.

Die Chips mit 3,3 % Wassergehalt wiesen kaum Unterschiede zu den Chips mit 2,0 % Wassergehalt hinsichtlich des hörbaren Knusperns auf. Sie waren sehr knusprig, aber schon leicht spröde bei den Kauvorgängen. Geschmacklich waren die Chips zufriedenstellend.

Eine leichte Verfestigung der Konsistenz wurde bei den Chips mit 4,1 % Wassergehalt festgestellt. Beim ersten Biss waren sie sehr knusprig, aber die Brüchigkeit war nicht mehr gegeben. Die Pulverisierung beim Kauen war nicht mehr so stark ausgeprägt.

Bei einem Wassergehalt von 6,0 % war das typische Knacken lediglich beim Abbeißen zu hören. Während des Kauens kam es nicht mehr zur Pulverisierung und Breibildung. Das Mundgefühl war eher klumpig und pappig. Bei diesem Wassergehalt wiesen die Chips noch ihren typischen würzigen Geschmack auf.

Die Stapelchips mit 6,6 % Wassergehalt waren schon leicht biegsam und arm an Geschmack. Auch fehlte das typische Knacken beim Abbeißen.

Die Chips mit der höchsten Wassergehaltsstufe von 8,4 % waren sehr biegsam. Durch den hohen Wassergehalt verloren sie bereits ihre typische gewellte Form. Das Mundgefühl beim Kauen könnte wegen der zähen und klumpigen Konsistenz mit Dörrfleisch verglichen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Chips mit dem niedrigsten Wassergehalt sensorisch am besten beurteilt wurden. Typisch für diese Chips war das Knacken des ersten Bisses sowie die vielen kleinen Knuspergeräusche beim Kauen. Mit zunehmendem Wassergehalt nahm diese Brüchigkeit ab.

## 4.2 Einfluss unterschiedlicher Blanchiertemperaturen auf die Knackigkeit von Karotten

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse des Versuches dokumentiert, welchen Einfluss unterschiedliche Blanchiertemperaturen auf die Textur von Karotten haben und wie sich die Knackigkeit während des Blanchierens ändert. Es wurden 3 Versuchsansätze bei 70 °C, 90 °C und 100 °C blanchiert. Alle 30 Sekunden wurden je 5 Karottenproben entnommen und mit dem Texture Analyser sowie dem AED untersucht. Die maximale Blanchierzeit betrug 5 Minuten. Für die Auswertung wurden von den jeweils 5 Proben die Mittelwerte der Messergebnisse verwendet. Die Datenblätter mit allen Einzelmessungen befinden sich im Anhang.

### 4.2.1 Mechanische Texturmessung der Karotten

Zur Charakterisierung der Knackigkeit von Karotten wurden der Anstieg und  $F_{\max}$  der Kraft-Weg-Kurve gemessen. Wie bei der Texturanalyse der Stapelchips sind auch bei diesem Versuch der Anstieg und die Bruchkraft ein Indiz für die Knackigkeit von Karotten.

Tab. 5: Maximalkraft  $F_{\max}$  in N bei unterschiedlichen Temperaturen über die Zeit

Zeit in s	$\bar{x}$ bei 70 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %	$\bar{x}$ bei 90 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %	$\bar{x}$ bei 100 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %
0	82,6	15,5	82,6	15,5	82,6	15,5
30	89,9	9,1	40,2	16,0	34,8	7,0
60	76,4	19,2	34,7	7,0	33,6	9,9
90	73,3	4,6	34,5	8,5	31,7	6,5
120	61,1	8,7	32,9	6,7	30,3	7,1
150	55,5	5,4	33,0	5,2	27,6	6,2
180	53,5	13,7	31,4	7,7	27,4	23,1
210	47,3	11,3	30,6	11,8	23,5	8,1
240	44,6	4,3	26,2	6,1	18,2	5,6
270	46,3	5,2	29,0	11,0	18,6	18,3
300	48,3	11,1	26,7	12,7	16,2	16,5

Die Tabelle 5 zeigt die Messergebnisse der maximalen Bruchkraft, die aufgrund der verschiedenen Blanchiertemperaturen bei gleicher Zeit voneinander abweichen. Betrachtet man die letzten Messwerte bei  $t = 300$  s, erkennt man, dass sich die Kraft bei einer Temperaturerhöhung schrittweise jeweils halbiert. Der zeitliche Verlauf der Texturveränderung ist in Abbildung 11 dargestellt. Man erkennt deutlich, dass die Karottenproben bei einer höheren Temperatur ab  $90$  °C bereits nach 30 s den Großteil ihrer Knackigkeit verlieren. Die gemessene Bruchkraft hat sich innerhalb dieser Zeitperiode im Vergleich zu rohen Karotten mehr als halbiert und beträgt  $40,2$  N bei  $90$  °C sowie  $34,8$  N bei  $100$  °C Blanchiertemperatur. Danach sinkt die Knackigkeit stetig, aber in kleineren Schritten bis auf eine maximale Bruchkraft von  $26,7$  N bzw.  $16,2$  N am Ende des Blanchierens. Zuvor ist bei jedoch bei der Zeit  $t = 270$  s ein minimaler Anstieg zu beobachten. Einen anderen zeitlichen Verlauf kann man bei dem Betrachten der Kurve bei  $70$  °C feststellen. Hier steigt sogar die Bruchkraft nach 30 s auf das Maximum von  $89,9$  N, um danach wieder langsam abzusinken auf einen Wert von  $44,6$  N nach 240 s. Anschließend ist auch hier wieder ein kleiner Anstieg der Bruchkraft zum Ende der Blanchierzeit festzustellen.

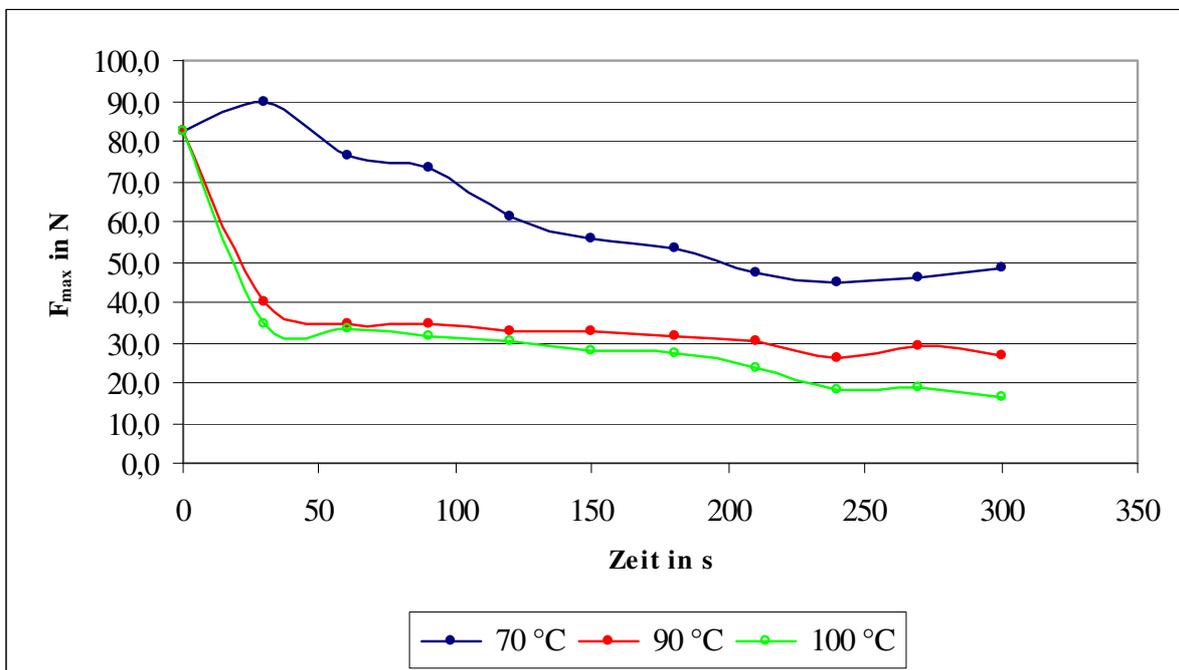


Abb. 11: Thermischer Einfluss auf  $F_{\max}$  über die Zeit

Zusätzlich liefert der Peakanstieg der Kraft-Weg-Kurve wieder Aufschlüsse über die Biegsamkeit der blanchierten Karotten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 festgehalten.

Tab. 6: Messergebnisse der Anstiege in N/mm der Kraft-Weg-Kurven von Karotten

Zeit in s	$\bar{x}$ bei 70 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %	$\bar{x}$ bei 90 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %	$\bar{x}$ bei 100 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %
0	36,5	5,7	36,5	5,7	36,5	5,7
30	33,3	4,6	16,4	22,6	14,1	10,2
60	29,9	10,9	14,3	13,6	19,5	33,3
90	29,3	6,8	14,1	8,9	14,9	28,0
120	24,2	12,9	13,9	16,8	12,9	11,8
150	21,5	10,4	15,7	16,8	12,3	33,6
180	20,7	21,5	13,0	8,5	11,2	15,3
210	20,4	7,3	16,4	39,0	11,6	23,1
240	18,9	18,4	12,7	26,7	7,6	12,4
270	20,9	16,0	12,2	22,3	8,0	15,0
300	18,1	6,5	10,4	14,7	6,8	14,1

Nach Betrachten der ersten und letzten Messergebnisse über die Zeit kann behauptet werden, dass sich die Knackigkeit der Karotten grundsätzlich durch thermischen Einfluss verringert. Die Karotten werden nach der Hitzebehandlung flexibel und lassen sich stark deformieren bevor es zum Bruch der Probe kommt. Dabei sinkt die Festigkeit der Karotten mit einer Blanchiertemperatur von 70 °C auf die Hälfte, die Karotten bei 90 °C auf ein Viertel und die Karotten bei 100 °C auf ein Sechstel ihrer ursprünglichen Festigkeit. Bei Betrachtung der Abbildung 12 sieht man einen steten Abstieg der Steifheit bei einer Blanchiertemperatur von 70 °C bis auf eine Festigkeit von 18,1 N/mm nach 300 s, unterbrochen durch eine kleine Verfestigung nach 270 s. Vergleichend mit der maximalen Bruchkraft über die Zeit (s. Abbildung 11) verlieren auch hier die Karotten bei den höheren Temperaturen bereits nach 30 s den Großteil der Fähigkeit, ihre Form beizubehalten. Nach 300 s sind die Karotten am flexibelsten. Eine kurzzeitige Verfestigung tritt nach 60 s bei einer Temperatur von 100 °C auf, wobei der Wert kritisch betrachtet werden kann aufgrund der großen Streuung der einzelnen Messungen. Ähnliche Effekte treten auch nach 150 s und 210 s bei den Karotten mit einer Blanchiertemperatur von 90 °C auf.

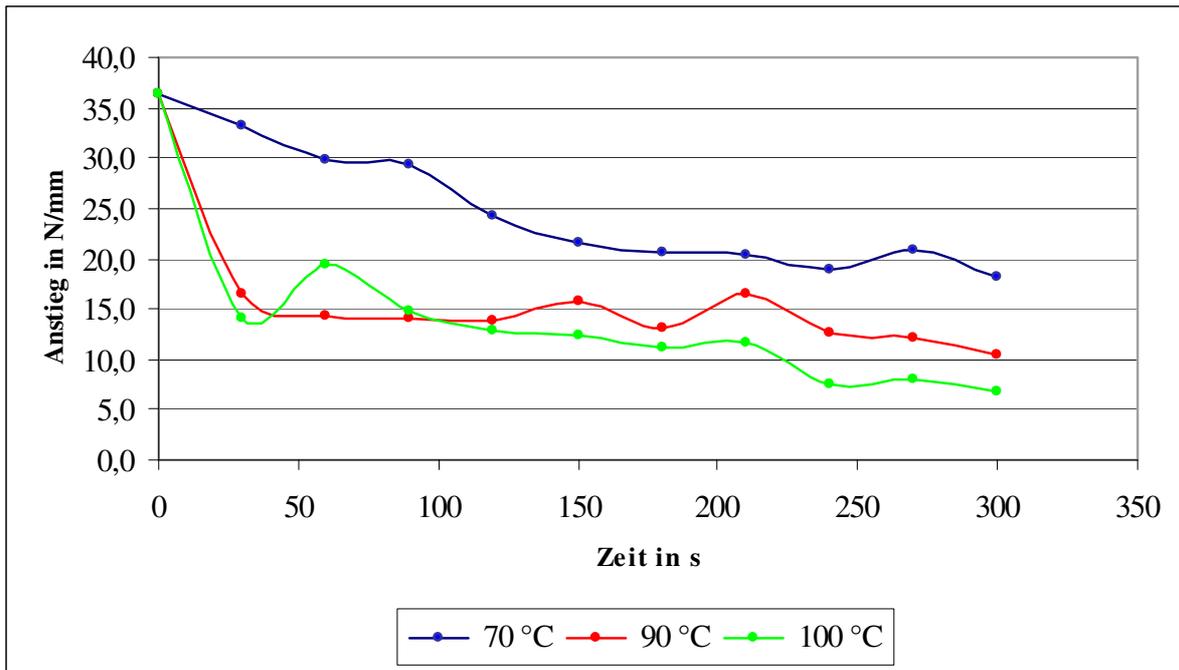


Abb. 12: Thermischer Einfluss auf die Steifheit der Karotten über die Zeit

#### 4.2.2 Akustische Texturmessung von Karotten

Die Tabelle 7 zeigt die gemessenen Ergebnisse, welchen Einfluss unterschiedliche Blanchiertemperaturen auf den maximalen Schalldruckpegel über die Zeit haben. Grundsätzlich ist erkennbar, dass der max. Schalldruckpegel mit zunehmender Zeit und Temperatur abnimmt. Wenn man bedenkt, dass eine Veränderung des Schalldruckpegels um 10 dB einer Verdoppelung oder Halbierung der empfundenen Lautstärke gleich kommt, fällt auf, dass das Knacken der Karotten nach 30 s bei den beiden höheren Blanchiertemperaturen nur noch halb so leise bzw. 4 mal so leise ist. Nach dem gleichen Zeitraum steigt aber unerwartet der Schalldruckpegel der bei 70 °C blanchierten Karotten. Genauerem Aufschluss über die Änderung des Schalldruckpegels liefert die Abbildung 13. Es ist zu erkennen, dass der erzeugte maximale Schalldruckpegel nach 300 s bei allen 3 Blanchiertemperaturen stark gefallen ist im Vergleich zum Ausgangswert der rohen Karotten. Der Verlauf ist allerdings von starken Schwankungen geprägt. Bei der Temperatur von 70 °C steigt nach 30 s der maximale Schalldruckpegel kurzzeitig auf den am höchsten gemessenen Wert von 103,7 dB. Dieser Effekt wurde auch schon bei der Messung von  $F_{\max}$  festgestellt, jedoch nicht bei der Analyse der Festigkeit (s. Abbildung 11 und 12). Auch hier ist wieder erkennbar, dass die Karotten bei höheren Blanchiertemperaturen schon nach 30 s den Großteil ihrer Knackigkeit aufgrund des niedrigen Schalldruckpegels verlieren.

Tab. 7: Max. Schalldruckpegel in dB bei unterschiedlichen Temperaturen über die Zeit

Zeit in s	$\bar{x}$ in dB 70 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %	$\bar{x}$ in dB 90 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %	$\bar{x}$ in dB 100 °C (n = 5)	Variations- koeffizient in %
0	99,9	4,9	99,9	4,9	99,9	4,9
30	103,7	1,4	88,0	4,9	79,5	11,1
60	96,9	5,8	79,0	13,4	77,2	7,3
90	97,3	5,6	83,9	4,1	76,3	11,2
120	93,3	4,0	79,5	9,1	75,8	7,3
150	88,9	6,1	75,5	10,1	70,5	5,6
180	82,7	9,1	78,7	8,8	72,8	6,3
210	84,1	7,2	78,1	8,9	69,2	1,1
240	82,9	7,3	74,4	5,0	68,2	1,4
270	82,7	4,3	72,4	5,9	70,2	3,4
300	79,6	6,3	73,0	8,3	72,7	8,4

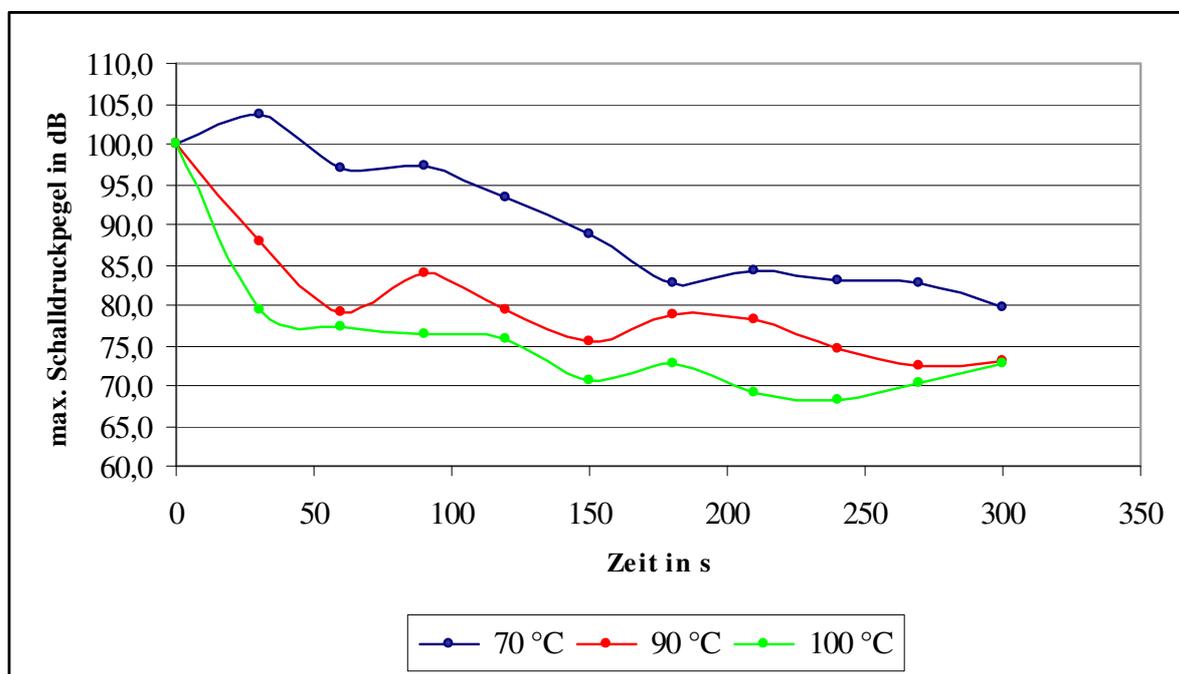


Abb. 13: Thermischer Einfluss auf den max. Schalldruckpegel

#### 4.2.3 Sensorische Beurteilung der blanchierten Karotten

In diesem Abschnitt werden kurz die wichtigsten sensorischen Eindrücke wiedergegeben. Es wurden die Karotten mit Blanchierzeiten von 30 s, 150 s und 300 s beurteilt.

##### 70 °C:

Nach 30 s Blanchierzeit waren die Karotten noch frisch und knackig. Es war kein Unterschied hinsichtlich der Textur zu den rohen Karotten zu bemerken. Nach 150 s waren die Karotten etwas weicher, aber immer noch knackig. Nach 300 s wiesen die Karotten eine leicht weiche und biegsame Textur auf. Beim Kauvorgang war noch das charakteristische Knacken der Karotten prägend.

##### 90 °C:

Schon nach 30 s Blanchierzeit stellte sich eine weiche Textur der Karotten ein. Die Karotten waren sehr biegsam, aber noch knackig und fest beim Kauen. Nach 150 s konnten keine Unterschiede zu den kürzer blanchierten Karotten festgestellt werden. Nach 300 s waren die Karotten weich und biegsam, aber immer noch knackig und fest beim Kauen.

##### 100 °C:

Schon nach 30 s Blanchierzeit wurde eine weiche und biegsame Textur erreicht, aber ein leichtes Knacken beim Kauen ist noch vorhanden. Nach 150 s und 300 s konnten keine Unterschiede hinsichtlich einer weiteren Veränderung der Textur festgestellt werden.

## 5 Diskussion

Die mechanische und akustische Texturanalyse der Stapelchips sollte den Einfluss des Wassergehaltes auf die Knusprigkeit dokumentieren. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Knusprigkeit mit zunehmendem Wassergehalt sehr stark verändert.

Als Parameter für die mechanische Texturmessung wurden in dieser Arbeit der Anstieg und die maximale Kraft der Kraft-Weg-Kurve während des ersten großen Bruchs gewählt. Ob die Messung reproduzierbare Ergebnisse liefern kann, ist kritisch zu betrachten. Die Mittelwerte der Maximalkräfte und Anstiege der einzelnen Wassergehaltsstufen streuen sehr stark. Die Variationskoeffizienten liegen mehrheitlich bedeutend über 10 %. Vergleicht man die beiden Kurvenverläufe in den Abbildungen 7 und 8, erkennt man einen ähnlichen Verlauf. Anfänglich sinkt die Knusprigkeit, dann kommt es zwischen 3 % und 5 % Wassergehalt zu einer Verfestigung und Verhärtung des Chips. In dieser Spanne sind die Maximalkraft und Steigung am größten. Diese Werte sollten aber kritisch betrachtet werden, da die Variationskoeffizienten sehr hoch sind (VK = 41,4 bzw. 56,9 %). Ab ca. 5 % Wassergehalt nimmt die Knusprigkeit stark ab, was auch die sensorische Prüfung ergab. Ab diesem Wassergehalt konnte eine deutliche Verschlechterung der typischen knusprigen Textur festgestellt werden. Hier setzt auch der erweichende Effekt des Wassers auf das Strukturgefüge des Stapelchips ein. Das Volumen der spröden Matrix wird durch Wasseraufnahme vergrößert und bewirkt eine höhere Mobilität und Flexibilität der einzelnen Teilchen des Gefüges.

Hinsichtlich der Knusprigkeit des Stapelchips weist bei diesem Versuch der Anstieg in der Kraft-Weg-Kurve als Messparameter eine höhere Korrelation zu der sensorischen Beurteilung auf als  $F_{\max 1.Bruch}$ . Beim Betrachten der Abbildung 8 erkennt man ab einem Wassergehalt von ca. 5 % eine steile Abnahme der Knusprigkeit. Dieser signifikante Unterschied wäre beim alleinigen Auswerten der Werte von  $F_{\max 1.Bruch}$  als Maß für die Knusprigkeit schwer erkannt worden.

Eine mögliche Ursache für die Verfestigung der Stapelchips in dem Bereich zw. 3 % und 5 % Wassergehalt könnte eine Änderung des Bruchmechanismus bei extrudierten Stärkeprodukten sein. Die Matrix des Chips befindet sich bei diesem Wassergehalt im Übergangsbereich von der ursprünglich harten, spröden Struktur zu der erweichten, flexibleren Struktur. Dadurch kommt es mehr zur Verformung als zur Zerstückelung der Matrix und es kann mehr der Bruchneigung widerstanden werden (Roudaut, 1998).

Die Auswertung der akustischen Texturmessung ergab, dass der max. Schalldruckpegel bis zu einem Wassergehalt von ca. 6 % Werte über 100 dB annimmt und danach stark absinkt. Die

höchsten 3 Pegel befinden sich innerhalb einer Spanne von 1,2 dB bei einem Wassergehalt bis 4,1 %. Fraglich ist, ob zwischen diesen 3 Werten ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Knusprigkeit besteht. Nimmt man die Auszählung der akustischen Peaks zu Hilfe, wird das gleiche Ergebnis erreicht. Die Spanne zwischen diesen 3 Wassergehaltsstufen beträgt nur 2,2 Peaks. Mit 16,5 Peaks und einem max. Schalldruckpegel von 104,8 dB ist der Stapelchip mit einem Wassergehalt von 3,3 % am geräuschvollsten. Die sensorische Prüfung ergab ein ähnliches Ergebnis. Jedoch wurde hier der Stapelchip mit dem geringsten Wasseranteil als am knusprigsten bewertet, weil er am brüchigsten war. Ab einem Wassergehalt von ca. 6 % sank das Empfinden der Knusprigkeit stark ab. Es kann also behauptet werden, dass ein enger Zusammenhang zwischen der akustischen und der sensorischen Messung besteht. Außerdem gibt es eine hohe Korrelation der akustischen Messung zu dem Anstieg der Kraft-Weg-Kurve als Indiz für die Knusprigkeit.

Kritisch ist die Messung des max. Schalldruckpegels zu betrachten. Charakteristisch für das Knuspern von Kartoffelchips ist ein großer Bruch mit vielen darauf folgenden kleinen Brüchen. Folglich gibt es also auch viele akustische Geräusche. Deswegen wäre es repräsentativer, die Anzahl der akustischen Ereignisse und den durchschnittlichen Schalldruckpegel der 10 höchsten Peaks zu ermitteln (Salvador, 2009).

Für weitere Versuche der akustischen Texturanalyse von Stapelchips wird empfohlen, mindestens 10-15 Proben einer Charge zu testen, da sich zum Teil bei nur 4 Proben einer Charge sehr große Streuungen der Messwerte ergaben. Es könnte auch eine andere Testvorrichtung genutzt werden. Bei den durchgeführten Versuchen mit dem „Crisp Fracture Support Rig“ wurden einige Chips in der Mitte lediglich von dem Messkopf durchstoßen, während andere Chips mit dem gleichen Wassergehalt komplett brachen. Schlussfolgernd gab es deswegen auch eine unterschiedliche Anzahl an akustischen Ereignissen. Als Alternative würde sich eine 3-Punkt-Biegevorrichtung anbieten.

In einem zweiten Versuch sollte der Einfluss unterschiedlicher Blanchiertemperaturen auf die Textur von Karottenscheiben untersucht werden. Dabei wurde die mechanische Texturanalyse wieder von der akustischen Messung unterstützt.

Für die Auswertung wurden die maximale Kraft  $F_{\max}$  und der Anstieg der Kraft-Weg-Kurven als Indikatoren für die Knackigkeit der Karotten gewählt. Bei Betrachtung der Abbildung 11 stellt man fest, dass die Karotten bei höheren Blanchiertemperaturen bereits nach 30 s über die Hälfte ihrer Härte verloren haben. Danach verringert sich ihre Knackigkeit nur noch unwesentlich. Die schnelle Erweichung der Karotten ist zurückzuführen auf den vermehrten Pektinabbau in den Mittellamellen bei höheren Temperaturen des Blanchierwassers. Im

Gegensatz dazu trat bei der niedrigen Temperatur von 70 °C sogar eine kurzzeitige Verhärtung auf. Die Knackigkeit sinkt dann aber stetig, bevor sie kurz vor Ende des Blanchiervorgangs noch einmal minimal ansteigt. Vergleicht man die Kurvenverläufe von  $F_{\max}$  mit der Darstellung der unterschiedlichen Anstiege in Abbildung 12, erkennt man auch hier die schnelle Erweichung der Struktur nach 30 s Blanchierzeit bei den beiden höheren Temperaturen. Bei der Messung der Anstiege ist es aber zu einem Fehler gekommen, der diese Auswertung verfälschen könnte. Als zweiter Ankerpunkt für die Bestimmung der Steigung wurde die max. Kraft verwendet. Somit variieren die Anstiege innerhalb einer Charge sehr, was auch an den hohen Variationskoeffizienten zu erkennen ist (Tabelle 6).

Bei der akustischen Texturanalyse wurde der max. Schalldruckpegel als Maß für die Knackigkeit gemessen. Wie schon bei der Veränderung von  $F_{\max}$  über die Zeit sinkt bei den höheren Blanchiertemperaturen schon nach 30 s der Parameter für die Knackigkeit, während er bei einer Temperatur von 70 °C wieder kurzzeitig steigt. Dabei ist ein schnelleres Absinken bei einer Temperatur von 100 °C zu beobachten. Der restliche Verlauf der Kurven bis zum Ende der Blanchierzeit ist von vielen Schwankungen geprägt, obwohl die Werte wenig streuen. Nach Ende der gesamten Zeit von 5 min hatten die Karotten mit der niedrigen Blanchiertemperatur erwartungsgemäß den höchsten Schalldruckpegel. Die sensorische Prüfung ergab, dass mit zunehmender Blanchiertemperatur und Blanchierzeit das typische Knacken beim Kauen weniger intensiv wird. Dabei gab es signifikante Unterschiede bezüglich der Knackigkeit zwischen den verschiedenen Blanchiertemperaturen, die auch durch die Messung der Maximalkraft und des Schalldruckpegels erfasst worden sind. Somit kann behauptet werden, dass eine Korrelation zwischen der akustischen, mechanischen und sensorischen Texturmessung besteht.

Für eventuelle weitere Versuche empfiehlt sich eine Erhöhung der Probenanzahl. Es könnte auch noch ein Versuch mit einer Blanchiertemperatur von 80 °C gemacht werden.

## 6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die akustische Messung in die Texturanalyse zu integrieren. Dazu wurden Versuche durchgeführt, bei denen die Textur von Stapelchips und Karotten sowohl mechanisch als auch akustisch instrumentell erfasst wurde. Als technische Hilfsmittel wurden der Texture Analyser sowie der Acoustic Envelope Detector mit einem Mikrofon verwendet.

Im ersten Versuch wurde der Einfluss des Wassergehaltes auf die Textur von Stapelchips getestet. Es konnte instrumentell ermittelt werden, dass es in einer Spanne von ca. 3 bis 5 % zu einer kurzzeitigen Erhärtung der Stapelchips kam einhergehend mit einer Steigerung der Knusprigkeit. Ab ca. 6 % Wassergehalt sank die Knusprigkeit rapide ab aufgrund der zu starken Erweichung des Strukturgefüges. Die akustische Analyse lieferte ähnliche Ergebnisse. Durch Messung des max. Schalldruckpegels und Zählen der signifikanten akustischen Signale wurden die Chips mit einem Wassergehalt von ca. 3 % als am knusprigsten ermittelt. Die sensorische Prüfung ergab, dass die Stapelchips mit dem niedrigsten Wassergehalt aufgrund ihrer Brüchigkeit am knusprigsten sind. Trotzdem konnte ein enger Zusammenhang zwischen der akustischen, mechanischen und sensorischen Texturprüfung festgestellt werden.

Im zweiten Versuch wurde der Einfluss unterschiedlicher Blanchiertemperaturen auf die Knackigkeit von Karotten getestet. Dabei konnte nach 30 s Blanchierzeit bei einer Temperatur von 70 °C eine kurze Verfestigung der Karotten sowie ein erhöhter Schalldruckpegel beobachtet werden. Im weiteren Verlauf sanken diese Parameter schwach, aber stetig ab. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Karotten ab einer Temperatur von ca. 90 °C bereits nach 30 s Blanchierzeit den Großteil ihrer Knackigkeit verloren haben. Auch bei diesem Versuch bestand wieder eine hohe Korrelation der akustischen Messung und den Ergebnissen der mechanischen Texturanalyse sowie der sensorischen Prüfung.

Letztendlich kann behauptet werden, dass die akustische Texturanalyse unumgänglich für die instrumentelle Messung der Knackigkeit und Knusprigkeit ist.

## 7 Literaturverzeichnis

Bergmann, L.; Schaefer, C.: Lehrbuch der Experimentalphysik - Mechanik, Akustik, Wärme. 10. Auflage. Berlin: Walter de Gruyter, 1990.

Blanshard, J.M.V.; Mitchell, J.R.: Food Structure – Its Creation and Evaluation. 1. Auflage. London: Butterworths, 1988.

Chauvin, M.; Younce, F.; Ross, C.; Swanson, B.: Standard scales for crispness, crackliness and crunchiness in dry and wet foods: relationship with acoustical determinations. Journal of Texture Studies (2008), Nr. 39, S. 345 – 368.

Chen, J.; Karlsson, C.; Povey, M.: Acoustic Envelope Detector for Crispness Assessment of Biscuits. Journal of Texture Studies (2005), Nr. 36, S. 139 – 156.

Cremer, L.; Heckl, M.: Körperschall – Physikalische Grundlagen und technische Anwendungen. 2. Auflage. Berlin: Springer, 1996.

Hohmann, B.: Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel und Futtermittel. 6. Auflage. Hamburg: Behr's Verlag, 2007.

Henn, H.; Sinambari, G.R.; Fallen, M.: Ingenieurakustik. 2. Auflage. Braunschweig: Vieweg Verlag, 1999.

Lawless, H.T.; Heymann, H.: Sensory evaluation of food: principles and practices. 1. Auflage. New York: Kluwer Academic, 1998.

Liebster, G.: Warenkunde Gemüse Band 2. 2. Auflage. Weil der Stadt: Hädecke, 2002.

Liu, X.; Tan, J.: Acoustic wave analysis for food crispness evaluation. Journal of Texture Studies (1999), Nr. 30, S. 397 – 408.

Luyten, H.; van Vliet, T.: Acoustic emission, fracture behavior and morphology of dry crispy foods: a discussion article. *Journal of Texture Studies* (2006), Nr. 37, S. 221 – 240.

Maue, J.H.; Hoffmann, H.; von Lübke, A.: 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel. 8. Auflage. Berlin: Schmidt Verlag, 2003.

Meilgaard, M.; Civille, G.V.; Carr, B.T.: *Sensory evaluation techniques*. 3. Auflage. Boca Raton: CRC Press, 1999.

Metzger, T.: *Das Rheologie-Handbuch*. 1. Auflage. Hannover: Vincentz Verlag, 2000.

Meurer, P.: Einfluss pflanzeneigener Enzyme und anderer Faktoren auf die Textur fermentierter Gurken. Dissertation. Stuttgart: 1991

Nehring, P.; Krause, H.: *Konserventechnisches Handbuch der Obst- und Gemüseverwertungsindustrie*. 15. Auflage. Braunschweig: Hempel, 1969.

Norm DIN 10961 August 1996. Schulung von Prüfpersonen für sensorische Prüfungen.

Putz, B.: *Kartoffeln: Züchtung, Anbau, Verwertung*. 3. Auflage. Hamburg: Behr's Verlag, 1998.

Rojo, F.J.; Vincent, J.F.V.: Fracture properties of potato crisps. *International Journal of Food Science and Technology* (2008), Nr. 43, S. 752 – 760.

Roudaut, G.; Dacremont, C.; Le Meste, M.: Influence of water on the crispness of cereal based foods: acoustic, mechanical, and sensory studies. *Journal of Texture Studies* (1998), Nr. 29, S. 199 – 213.

Roudaut, G.; Dacremont, C.; Vallés Pámies, B.; Colas, B.; Le Meste, M.: Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. *Trends in Food Science & Technology* (2002), Nr. 13, S. 217 – 227.

Salvador, A.; Varela, P.; Sanz, T.; Fiszman, S.M.: Understanding potato chips texture by simultaneous fracture and acoustic measurements, and sensory analysis. *LWT-Food Science and Technology* (2009), Nr. 42, S. 763 – 767.

Sherman, P.: *Food texture and rheology*. 1. Auflage. London: Academic Press, 1979.

Vincent, J.F.V.: The Quantification of Crispness. *Journal of the Science of Food and Agriculture* (1998), Nr. 78, S. 162 – 168.

Weipert, D.; Tscheuschner, H.-D.; Windhab, E. (Hrsg.): *Rheologie der Lebensmittel*. 1. Auflage. Hamburg: Behr's Verlag, 1993.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Querschnitt durch das Ohr (Hoffmann, 2003).....	4
Abb. 2: Simultane Darstellung der Kraft und der akustischen Signale.....	11
Abb. 3: Verpackungsbecher mit Chips zur Probenaufbereitung .....	12
Abb. 4: Versuchsaufbau für die Texturmessung des Stapelchips .....	13
Abb. 5: Darstellung der Messerschnitte für die Probenvorbereitung.....	14
Abb. 6: Versuchsaufbau für die Texturmessung der Karotten.....	15
Abb. 7: Verlauf $F_{\max 1.Bruch}$ bei steigendem Wassergehalt.....	18
Abb. 8: Verlauf des Anstiegs im ersten Bruch mit zunehmendem Wassergehalt.....	19
Abb. 9: Änderung des Schalldruckpegels bei steigendem Wassergehalt.....	21
Abb. 10: Anzahl der akustischen Peaks mit steigendem Wassergehalt .....	22
Abb. 11: Thermischer Einfluss auf $F_{\max}$ über die Zeit .....	25
Abb. 12: Thermischer Einfluss auf die Steifheit der Karotten über die Zeit.....	27
Abb. 13: Thermischer Einfluss auf den max. Schalldruckpegel .....	28

## 9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: $F_{\max 1.Bruch}$ in N bei steigendem Wassergehalt .....	18
Tab. 2: Anstiege in N/mm bei steigendem Wassergehalt in den Chips .....	19
Tab. 3: Max. Schalldruckpegel in dB bei steigendem Wassergehalt .....	20
Tab. 4: Anzahl der akustischen Peaks bei unterschiedlichem Wassergehalt .....	22
Tab. 5: Maximalkraft $F_{\max}$ in N bei unterschiedlichen Temperaturen über die Zeit.....	24
Tab. 6: Messergebnisse der Anstiege in N/mm der Kraft-Weg-Kurven von Karotten.....	26
Tab. 7: Max. Schalldruckpegel in dB bei unterschiedlichen Temperaturen über die Zeit.....	28
Tab. 8: Wassergehalte der Stapelchips bei entsprechender Zugabe an Wasser .....	39

## 10 Formelverzeichnis

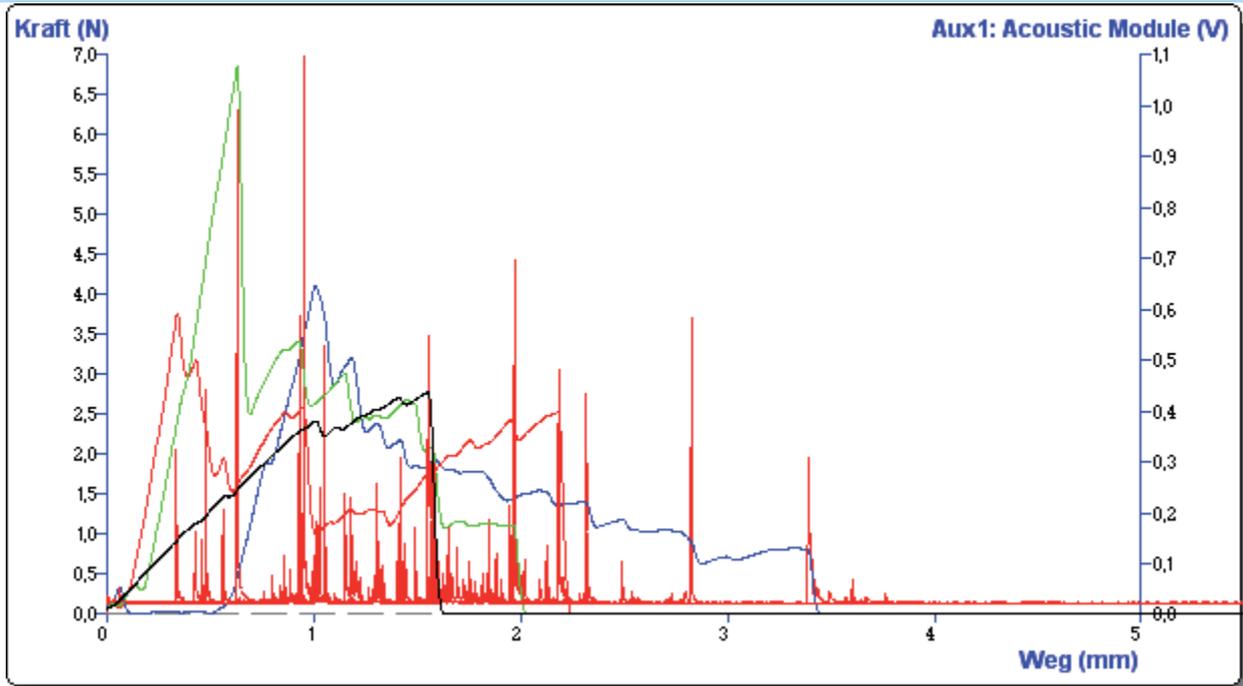
( 1 ) Schalldruckpegel .....	5
( 2 ) Mittelwert .....	16
( 3 ) Standardabweichung .....	16
( 4 ) Variationskoeffizient.....	16

## Anlagen

Tab. 8: Wassergehalte der Stapelchips bei entsprechender Zugabe an Wasser

Zugabe an Wasser	Wassergehalt in %	$\bar{x}$	s	VK
0 ml	2,1	2,0	0,1	5,2
	1,9			
	2,0			
	1,9			
0,25 ml	3,3	3,3	0,2	4,9
	3,5			
	3,3			
	3,1			
0,5 ml	4,0	4,1	0,1	2,5
	4,0			
	4,3			
	4,2			
0,75 ml	6,5	6,0	0,4	6,2
	6,2			
	5,7			
	5,5			
1,0 ml	6,5	6,6	0,3	5,1
	6,2			
	6,8			
	7,1			
1,25 ml	8,5	8,4	0,8	9,3
	8,9			
	8,9			
	7,0			

Projekt Titel: Kartoffelchip  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Kartoffelchip Feuchte 2,0 % 01

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 6,0 mm  
 Auslöse Kraft: 5,0 g

PRODUCT PARAMETERS

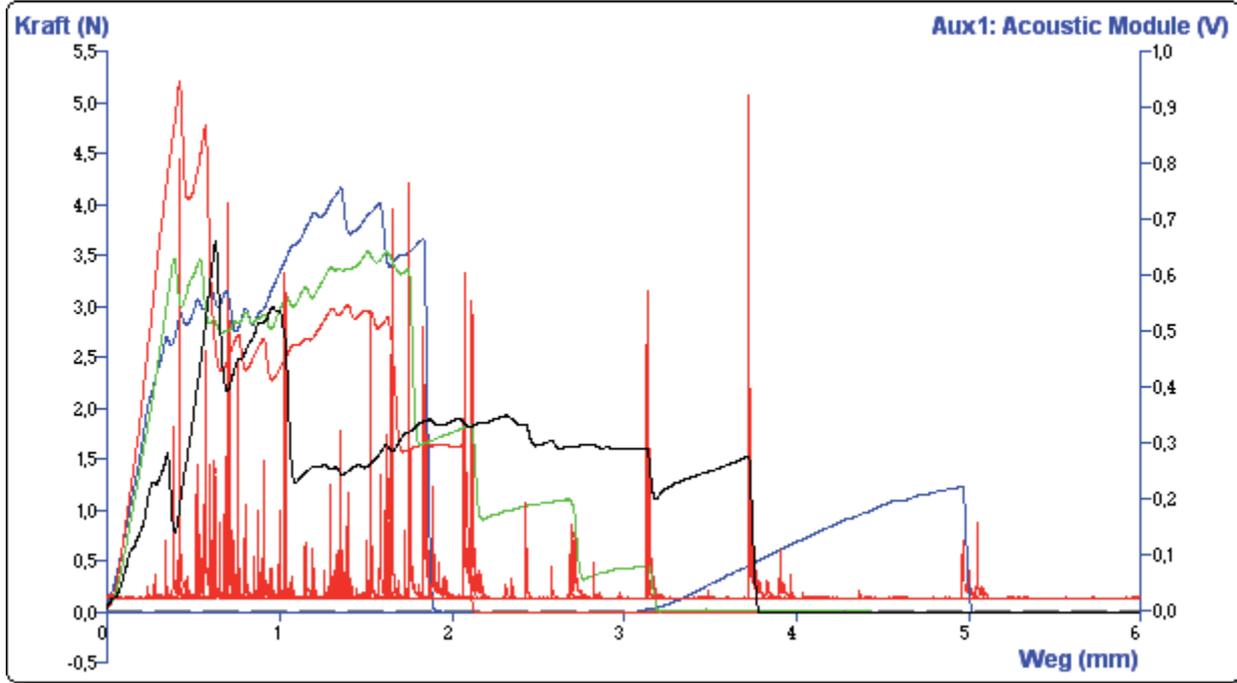
Batch:  
 Gemessen am: 10-Feb-2010 09:50:53  
 Gemessen von: Studenten  
 Points per second: 500  
 Werkzeug: HDP/CFS ; CRISP  
 FRACTURE SUPPORT  
 Kapazität Kraftmesszelle : 5000g

Notes

RESULTS

Test ID	Kraft 1.Peak N	Anstieg 1.Peak N/mm	Fläche 1.Peak N.mm	Kraft max N	Schalldruckpegel max dB (SPL)
	Kraft 1	Steigung F-D 1:2	Fläche F-D 1:2	Kraft 2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: Unbekannt	kannt				
Kartoffelchip Feuchte 2,0 % 01	2,423	2,357	1,279	2,783	101,419
Kartoffelchip Feuchte 2,0 % 02	4,116	9,632	0,843	4,116	101,952
Kartoffelchip Feuchte 2,0 % 03	3,766	14,906	0,438	3,766	107,587
Kartoffelchip Feuchte 2,0 % 04	6,863	14,757	1,506	6,863	106,687
Ende Charge: Unbekannt	kannt				
Average	4,292	10,413	1,016	4,382	104,411
S.D.	1,613	5,113	0,410	1,513	2,751
C.V.	37,586	49,101	40,384	34,531	2,634
End of Test Data					

Projekt Titel: Kartoffelchip  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Kartoffelchip Feuchte 3,3 % 01

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 6,0 mm  
 Auslöse Kraft: 5,0 g

PRODUCT PARAMETERS

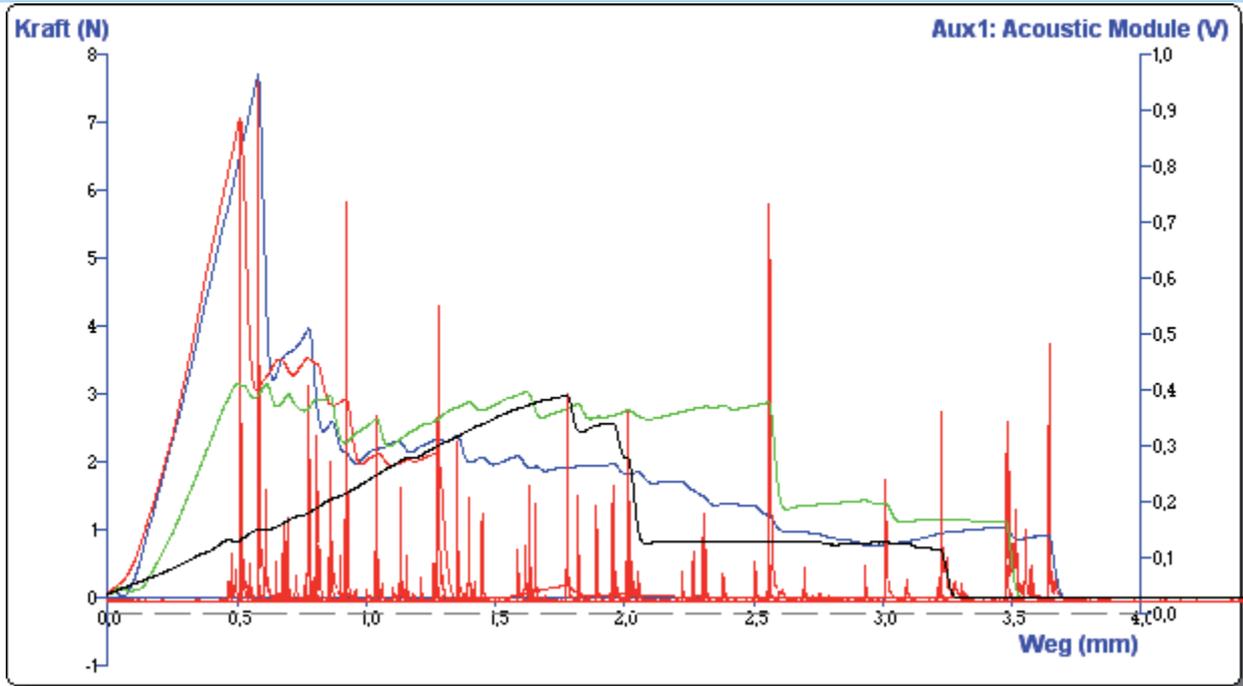
Batch:  
 Gemessen am: 10-Feb-2010 10:29:30  
 Gemessen von: Studenten  
 Points per second: 500  
 Werkzeug: HDP/CFS ; CRISP  
 FRACTURE SUPPORT  
 Kapazität Kraftmesszelle : 5000g

Notes

RESULTS

Test ID	Kraft 1.Peak N	Anstieg 1.Peak N/mm	Fläche 1.Peak N.mm	Kraft max N	Schalldruckpegel max dB (SPL)
	Kraft 1	Steigung F-D 1:2	Fläche F-D 1:2	Kraft 2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: Unbekannt	kannt				
Kartoffelchip Feuchte 3,3 % 01	1,571	4,723	0,250	3,658	106,073
Kartoffelchip Feuchte 3,3 % 02	2,708	8,031	0,462	4,180	103,969
Kartoffelchip Feuchte 3,3 % 04	5,224	13,673	0,960	5,224	104,901
Kartoffelchip Feuchte 3,3 %03	3,488	9,913	0,578	3,559	104,444
Ende Charge: Unbekannt	kannt				
Average	3,248	9,085	0,562	4,155	104,847
S.D.	1,329	3,235	0,258	0,661	0,781
C.V.	40,925	35,613	45,828	15,906	0,745
End of Test Data					

Projekt Titel: Kartoffelchip  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Kartoffelchip Feuchte 4,1 % 01

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 6,0 mm  
 Auslöse Kraft: 5,0 g

PRODUCT PARAMETERS

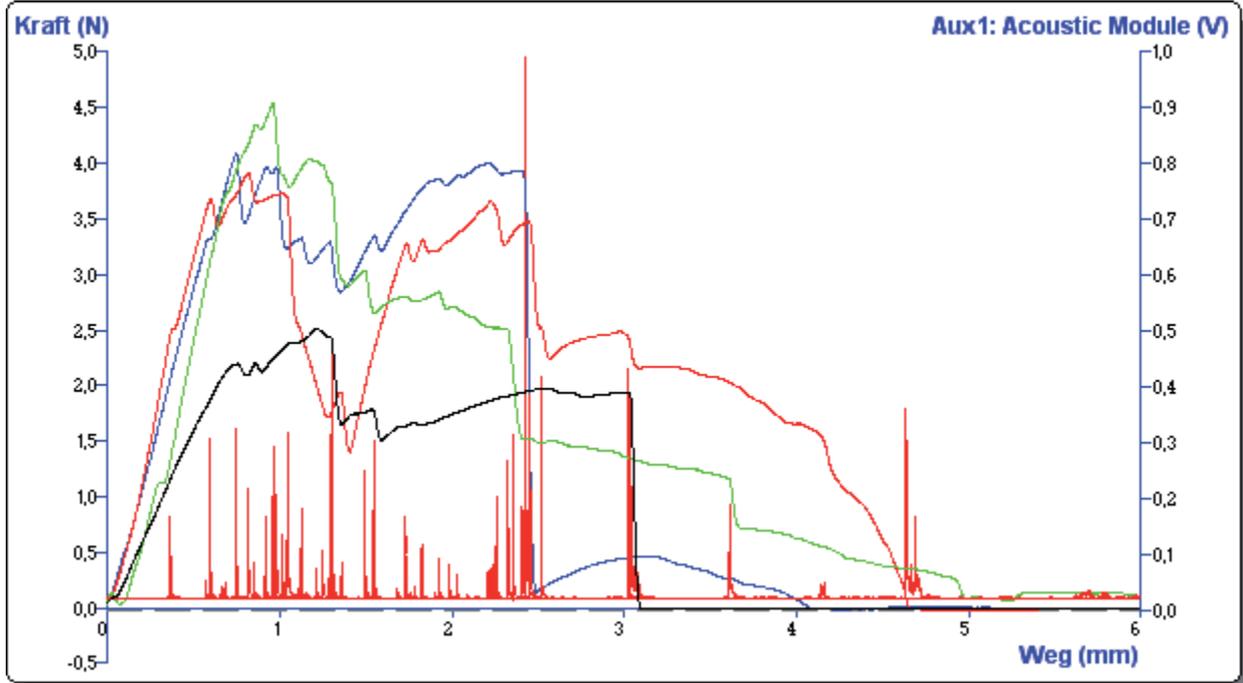
Batch:  
 Gemessen am: 10-Feb-2010 10:51:46  
 Gemessen von: Studenten  
 Points per second: 500  
 Werkzeug: HDP/CFS ; CRISP  
 FRACTURE SUPPORT  
 Kapazität Kraftmesszelle : 5000g

Notes

RESULTS

Test ID	Kraft 1.Peak N	Anstieg 1.Peak N/mm	Fläche 1.Peak N.mm	Kraft max N	Schalldruckpegel max dB (SPL)
	Kraft 1	Steigung F-D 1:2	Fläche F-D 1:2	Kraft 2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: Unbekannt	kannt				
Kartoffelchip Feuchte 4,1 % 01	2,998	1,666	2,720	2,998	98,505
Kartoffelchip Feuchte 4,1 % 02	7,708	15,703	1,811	7,708	106,426
Kartoffelchip Feuchte 4,1 % 03	7,087	16,167	1,434	7,087	105,641
Kartoffelchip Feuchte 4,1 % 04	3,161	8,323	0,585	3,162	104,021
Ende Charge: Unbekannt	kannt				
Average	5,238	10,465	1,637	5,239	103,649
S.D.	2,171	5,957	0,767	2,170	3,093
C.V.	41,439	56,926	46,831	41,430	2,984
End of Test Data					

Projekt Titel: Kartoffelchip  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Kartoffelchip Feuchte 6,0 % 01

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 6,0 mm  
 Auslöse Kraft: 5,0 g

PRODUCT PARAMETERS

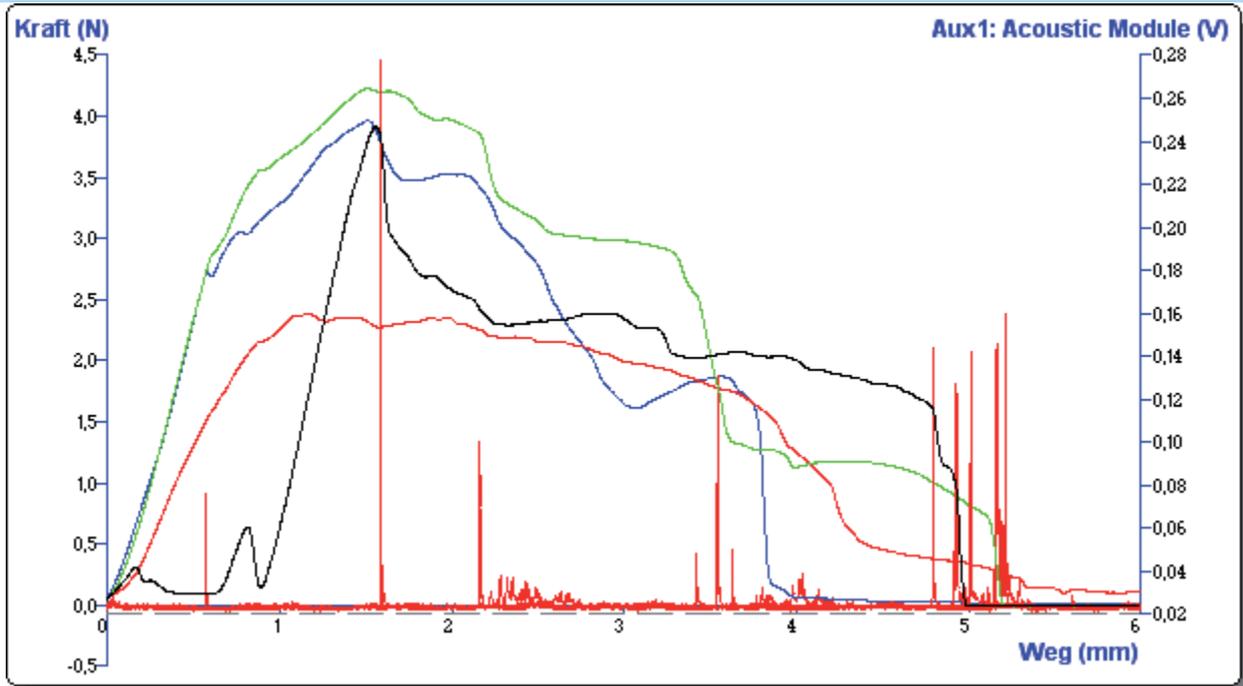
Batch:  
 Gemessen am: 10-Feb-2010 11:23:12  
 Gemessen von: Studenten  
 Points per second: 500  
 Werkzeug: HDP/CFS ; CRISP  
 FRACTURE SUPPORT  
 Kapazität Kraftmesszelle : 5000g

Notes

RESULTS

Test ID	Kraft 1.Peak N	Anstieg 1.Peak N/mm	Fläche 1.Peak N.mm	Kraft max N	Schalldruckpegel max dB (SPL)
	Kraft 1	Steigung F-D 1:2	Fläche F-D 1:2	Kraft 2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: Unbekannt	kannt				
Kartoffelchip Feuchte 6,0 % 01	2,211	2,986	0,877	2,524	99,975
Kartoffelchip Feuchte 6,0 % 02	4,100	5,502	1,539	4,100	106,721
Kartoffelchip Feuchte 6,0 % 03	3,697	6,426	1,086	3,929	99,355
Kartoffelchip Feuchte 6,0 % 04	4,552	5,242	2,146	4,552	96,471
Ende Charge: Unbekannt	kannt				
Average	3,640	5,039	1,412	3,776	100,630
S.D.	0,879	1,264	0,486	0,758	3,757
C.V.	24,136	25,087	34,450	20,075	3,733
End of Test Data					

Projekt Titel: Kartoffelchip  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Kartoffelchip Feuchte 6,6 % 01

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 6,0 mm  
 Auslöse Kraft: 5,0 g

PRODUCT PARAMETERS

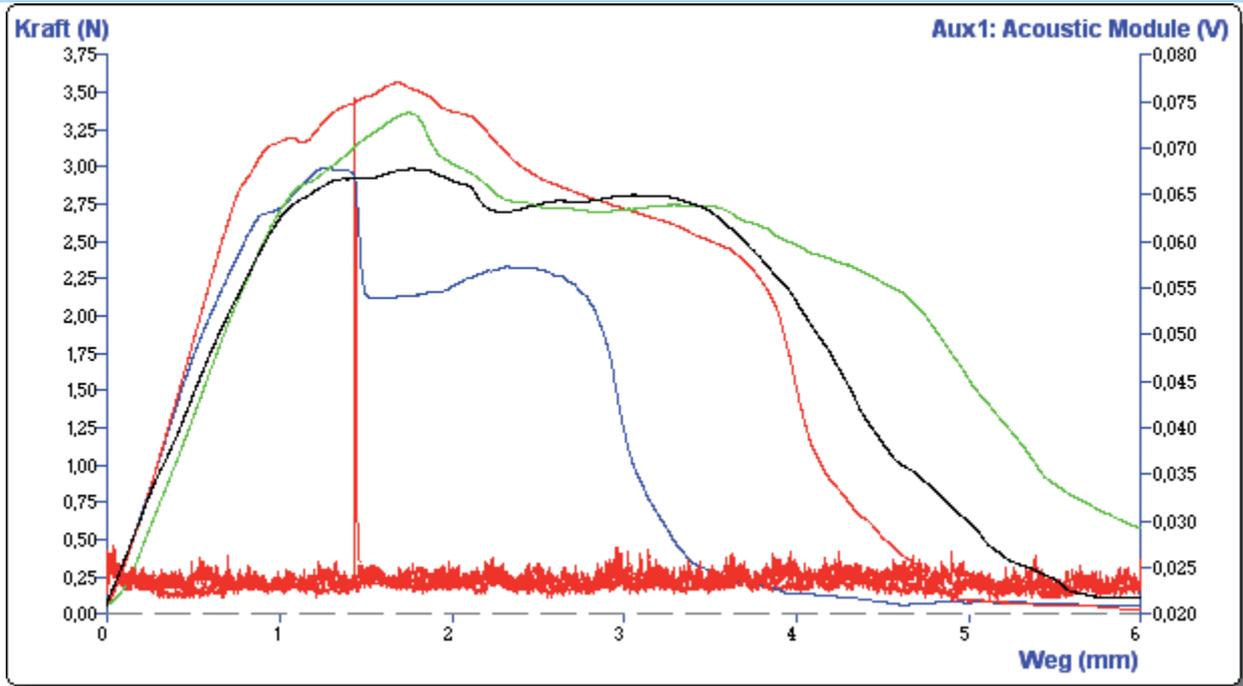
Batch:  
 Gemessen am: 10-Feb-2010 12:07:58  
 Gemessen von: Studenten  
 Points per second: 500  
 Werkzeug: HDP/CFS ; CRISP  
 FRACTURE SUPPORT  
 Kapazität Kraftmesszelle : 5000g

Notes

RESULTS

Test ID	Kraft 1.Peak N	Anstieg 1.Peak N/mm	Fläche 1.Peak N.mm	Kraft max N	Schalldruckpegel max dB (SPL)
	Kraft 1	Steigung F-D 1:2	Fläche F-D 1:2	Kraft 2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: Unbekannt	kannt				
Kartoffelchip Feuchte 6,6 % 01	0,647	3,103	0,043	3,927	95,175
Kartoffelchip Feuchte 6,6 % 02	3,976	2,542	3,860	3,976	81,953
Kartoffelchip Feuchte 6,6 % 03	2,395	2,130	1,586	2,395	63,518
Kartoffelchip Feuchte 6,6 % 04	4,236	2,760	4,103	4,236	89,885
Ende Charge: Unbekannt	kannt				
Average	2,814	2,634	2,398	3,634	82,633
S.D.	1,436	0,353	1,677	0,725	11,997
C.V.	51,026	13,397	69,945	19,947	14,519
End of Test Data					

Projekt Titel: Kartoffelchip  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Kartoffelchip Feuchte 8,4 % 04

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,0 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 6,0 mm  
 Auslöse Kraft: 5,0 g

PRODUCT PARAMETERS

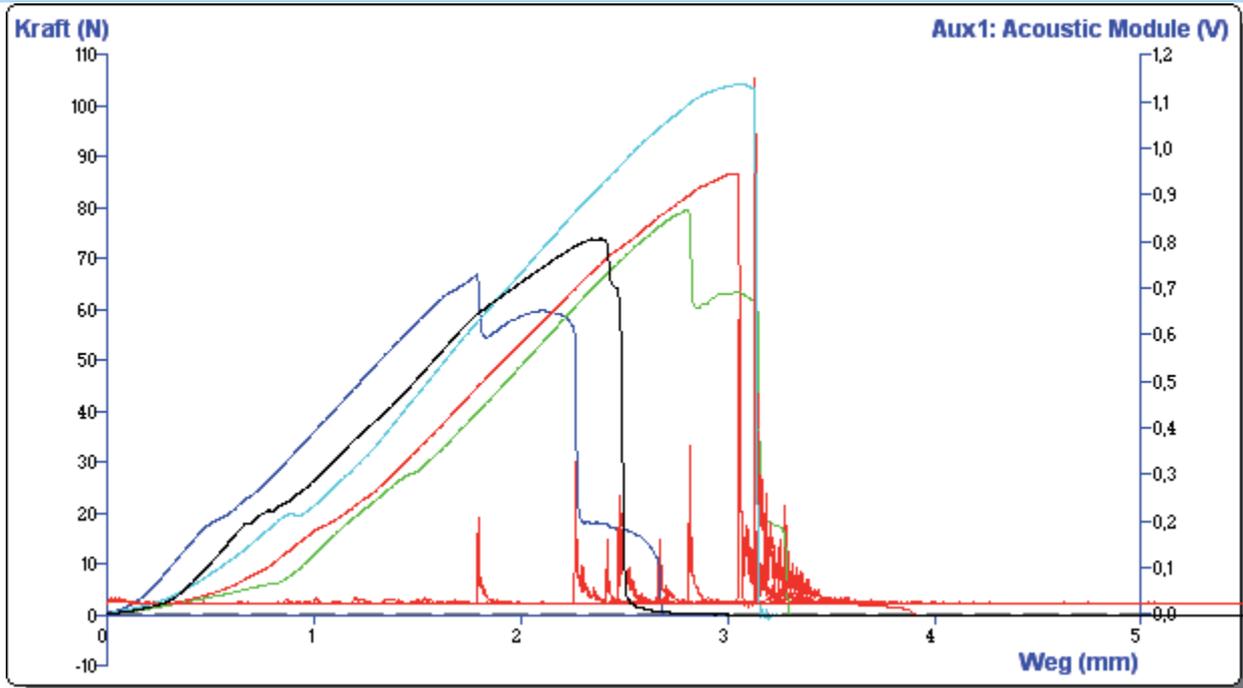
Batch:  
 Gemessen am: 10-Feb-2010 12:48:50  
 Gemessen von: Studenten  
 Points per second: 500  
 Werkzeug: HDP/CFS ; CRISP  
 FRACTURE SUPPORT  
 Kapazität Kraftmesszelle : 5000g

Notes

RESULTS

Test ID	Kraft 1.Peak N	Anstieg 1.Peak N/mm	Fläche 1.Peak N.mm	Kraft max N	Schalldruckpegel max dB (SPL)
	Kraft 1	Steigung F-D 1:2	Fläche F-D 1:2	Kraft 2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: Unbekannt	kannt				
Kartoffelchip Feuchte 8,4 % 04	2,988	1,592	3,637	2,988	63,338
Kartoffelchip Feuchte 8,4 % 01	2,993	2,290	2,332	2,993	81,693
Kartoffelchip Feuchte 8,4 % 02	3,565	2,030	4,064	3,565	62,577
Kartoffelchip Feuchte 8,4 % 03	3,364	1,907	3,613	3,364	62,376
Ende Charge: Unbekannt	kannt				
Average	3,228	1,955	3,411	3,228	67,496
S.D.	0,247	0,251	0,649	0,247	8,204
C.V.	7,667	12,830	19,013	7,667	12,155
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte roh1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

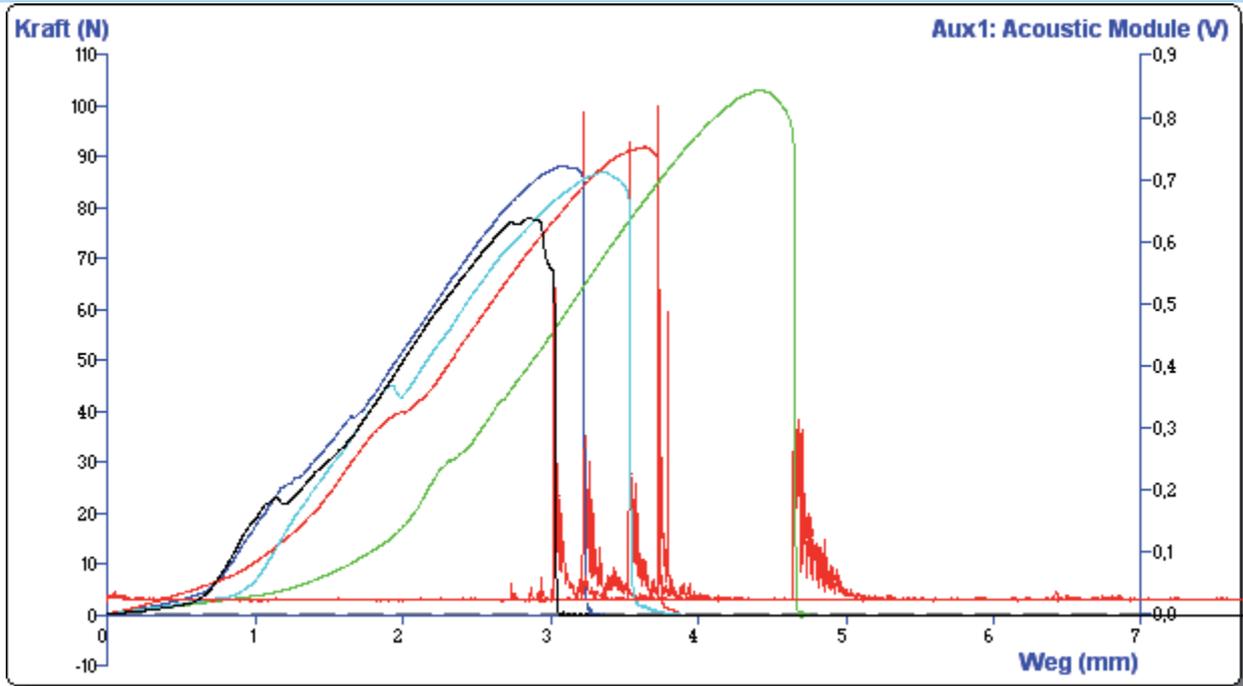
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:04:42  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte roh1	9 Sorte: Nerac	74,128	84,513	34,023	94,359
Karotte roh2	9 Sorte: Nerac	67,176	58,004	39,028	96,798
Karotte roh3	9 Sorte: Nerac	87,028	111,985	33,958	102,640
Karotte roh4	9 Sorte: Nerac	79,965	84,196	37,407	97,627
Karotte roh5	9 Sorte: Nerac	104,496	144,818	37,871	107,999
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	82,559	96,703	36,457	99,885
S.D.	Sorte: STDEVP(	12,772	29,500	2,082	4,870
C.V.	Sorte: STDEVP(	15,471	30,506	5,712	4,875
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 30 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

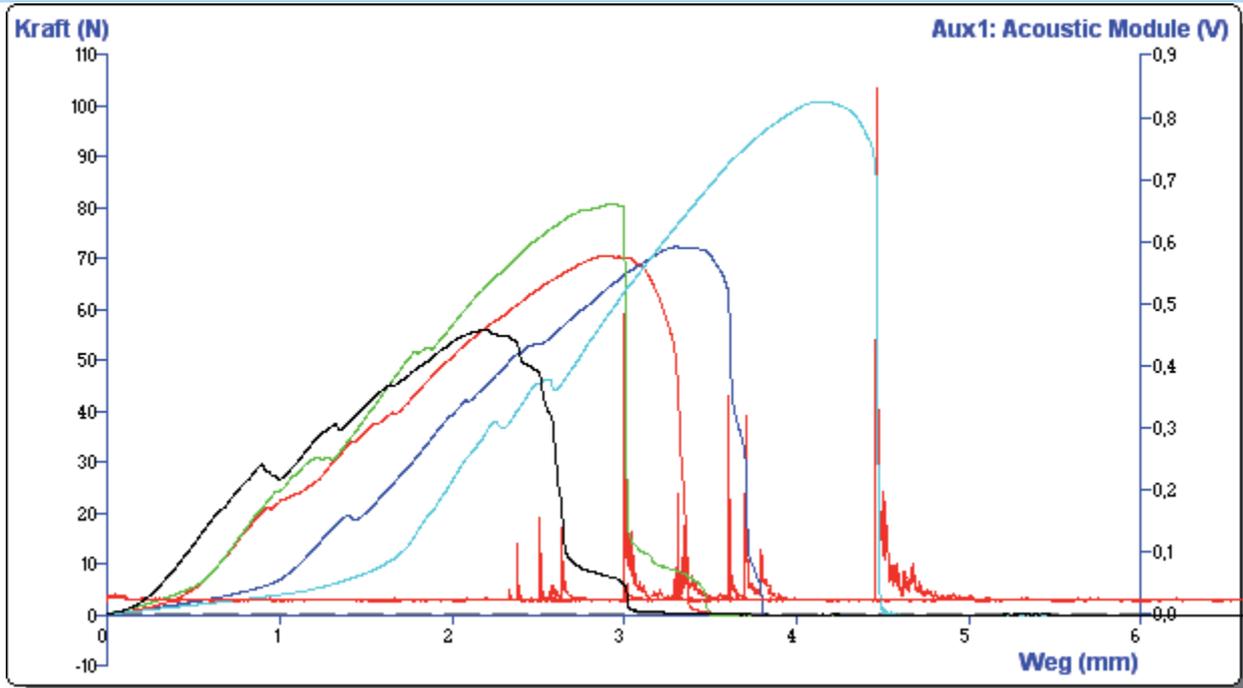
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:14:30  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 30 sec1	9 Sorte: Nerac	78,260	92,640	33,483	101,031
Karotte 70°C nach 30 sec2	9 Sorte: Nerac	88,413	114,532	35,070	104,901
Karotte 70°C nach 30 sec3	9 Sorte: Nerac	92,188	138,633	30,485	105,008
Karotte 70°C nach 30 sec4	9 Sorte: Nerac	103,392	159,201	33,467	103,489
Karotte 70°C nach 30 sec5	9 Sorte: Nerac	87,224	120,331	34,131	104,314
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	89,895	125,068	33,327	103,749
S.D.	Sorte: STDEVP(	8,150	22,513	1,536	1,462
C.V.	Sorte: STDEVP(	9,066	18,000	4,610	1,409
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 60 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

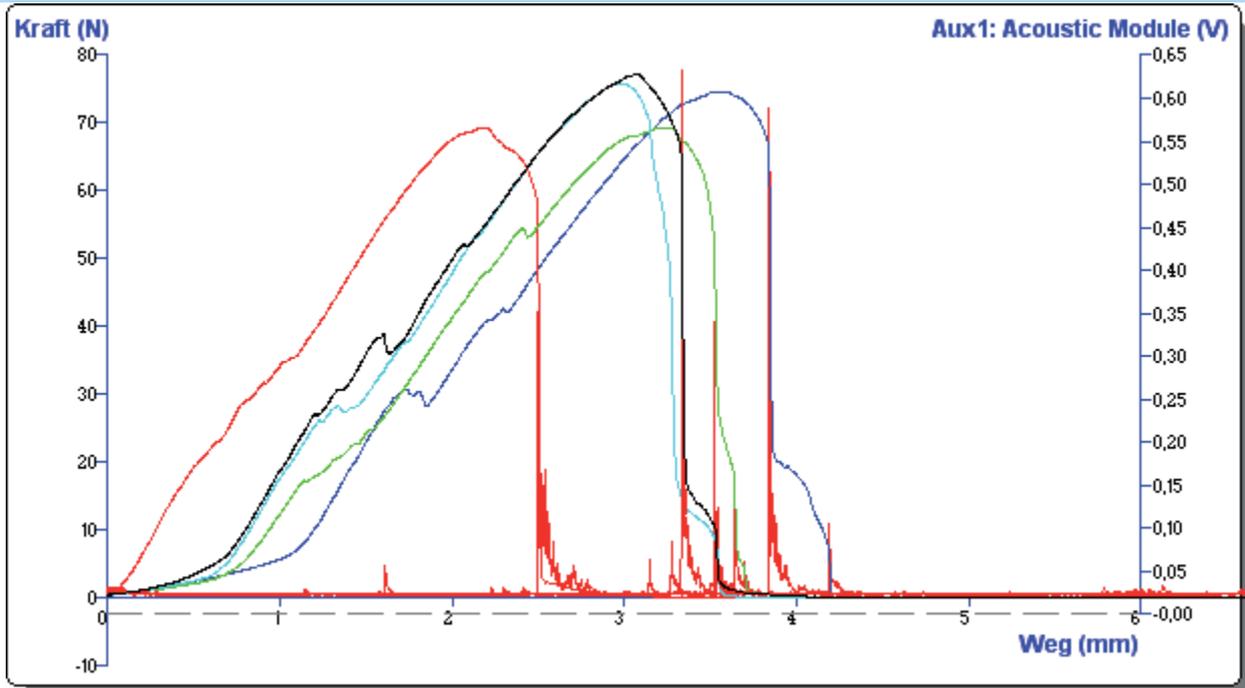
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:18:44  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 60 sec1	9 Sorte: Nerac	56,327	65,371	26,693	89,536
Karotte 70°C nach 60 sec2	9 Sorte: Nerac	72,592	96,611	28,425	97,338
Karotte 70°C nach 60 sec3	9 Sorte: Nerac	70,812	97,559	27,415	91,957
Karotte 70°C nach 60 sec4	9 Sorte: Nerac	81,097	114,485	31,077	100,252
Karotte 70°C nach 60 sec5	9 Sorte: Nerac	101,089	149,952	35,675	105,286
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	76,384	104,795	29,857	96,874
S.D.	Sorte: STDEVP(	14,699	27,592	3,267	5,664
C.V.	Sorte: STDEVP(	19,243	26,330	10,942	5,847
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 90 sec5

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

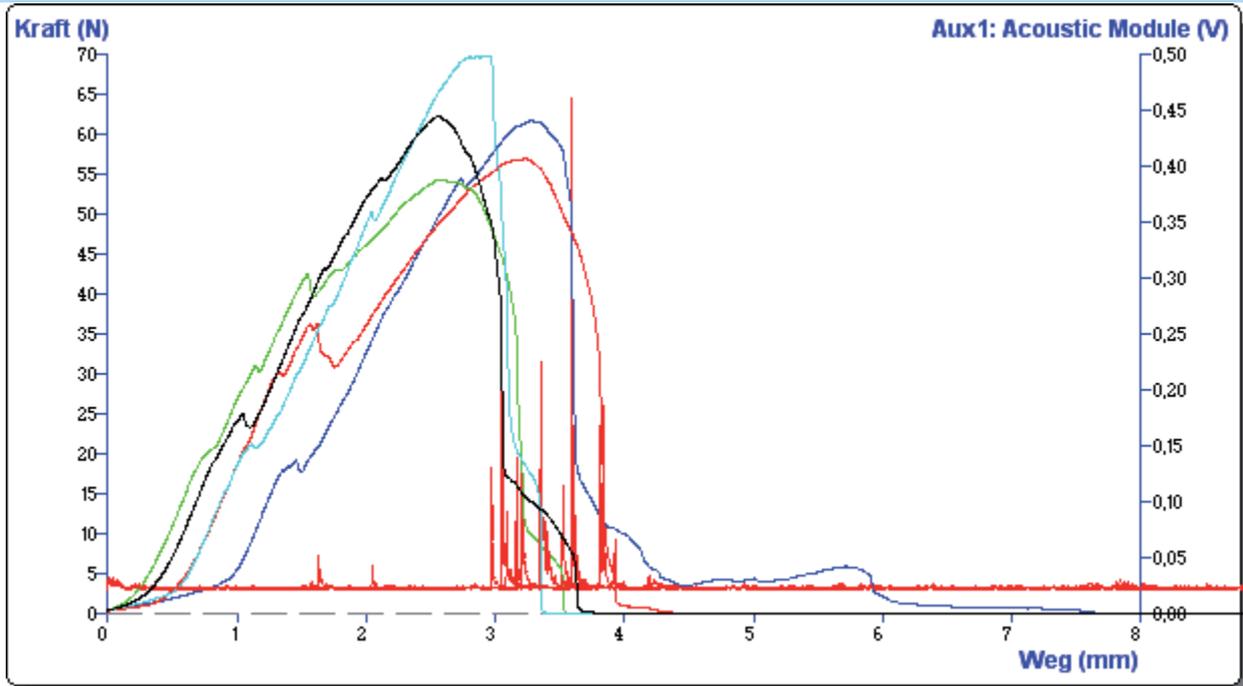
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:24:53  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 90 sec5	9 Sorte: Nerac	77,270	107,700	29,775	102,705
Karotte 70°C nach 90 sec1	9 Sorte: Nerac	74,688	107,771	27,631	102,022
Karotte 70°C nach 90 sec2	9 Sorte: Nerac	69,318	80,156	31,767	97,356
Karotte 70°C nach 90 sec3	9 Sorte: Nerac	69,329	96,300	26,446	97,106
Karotte 70°C nach 90 sec4	9 Sorte: Nerac	75,877	97,360	30,829	87,414
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	73,296	97,857	29,289	97,321
S.D.	Sorte: STDEVP(	3,345	10,111	1,979	5,464
C.V.	Sorte: STDEVP(	4,564	10,332	6,756	5,614
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 120 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

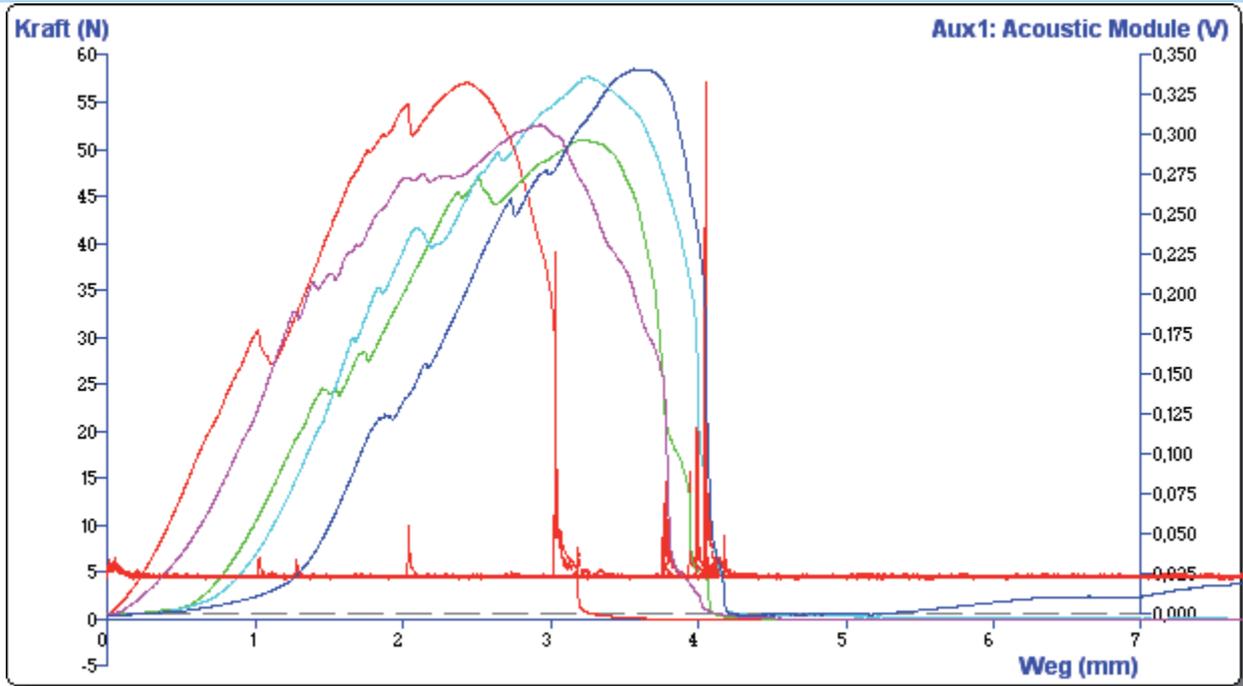
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:25:58  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 120 sec1	9 Sorte: Nerac	62,406	77,169	26,841	93,611
Karotte 70°C nach 120 sec2	9 Sorte: Nerac	61,799	82,267	24,768	99,842
Karotte 70°C nach 120 sec3	9 Sorte: Nerac	57,100	95,076	19,751	91,349
Karotte 70°C nach 120 sec4	9 Sorte: Nerac	54,402	79,028	21,701	88,674
Karotte 70°C nach 120 sec5	9 Sorte: Nerac	69,887	91,930	28,135	93,194
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	61,119	85,094	24,239	93,334
S.D.	Sorte: STDEVP(	5,296	7,127	3,125	3,691
C.V.	Sorte: STDEVP(	8,666	8,376	12,890	3,955
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 150 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

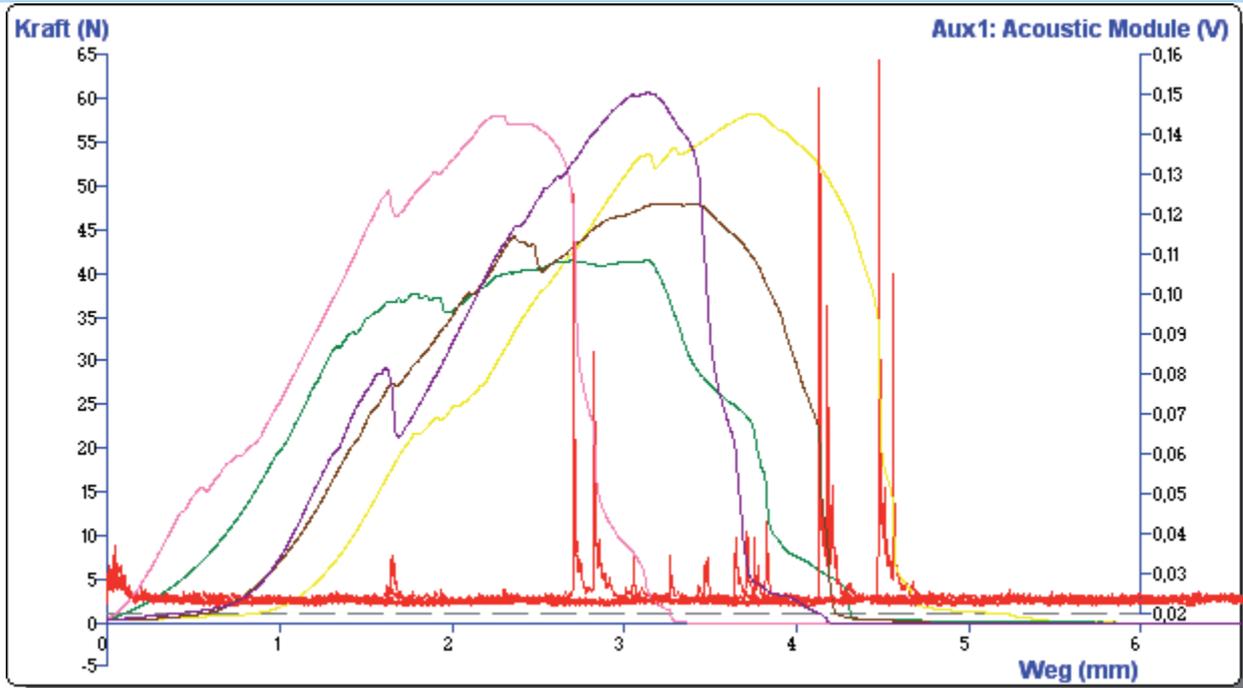
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:29:29  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 150 sec1	9 Sorte: Nerac	58,636	77,510	23,653	96,860
Karotte 70°C nach 150 sec2	9 Sorte: Nerac	57,202	78,035	23,639	93,276
Karotte 70°C nach 150 sec3	9 Sorte: Nerac	51,136	80,748	18,816	83,793
Karotte 70°C nach 150 sec4	9 Sorte: Nerac	57,820	83,835	22,535	87,639
Karotte 70°C nach 150 sec5	9 Sorte: Nerac	52,700	89,282	18,751	82,787
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	55,499	81,882	21,479	88,871
S.D.	Sorte: STDEVP(	3,000	4,331	2,238	5,432
C.V.	Sorte: STDEVP(	5,406	5,289	10,419	6,112
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 180 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

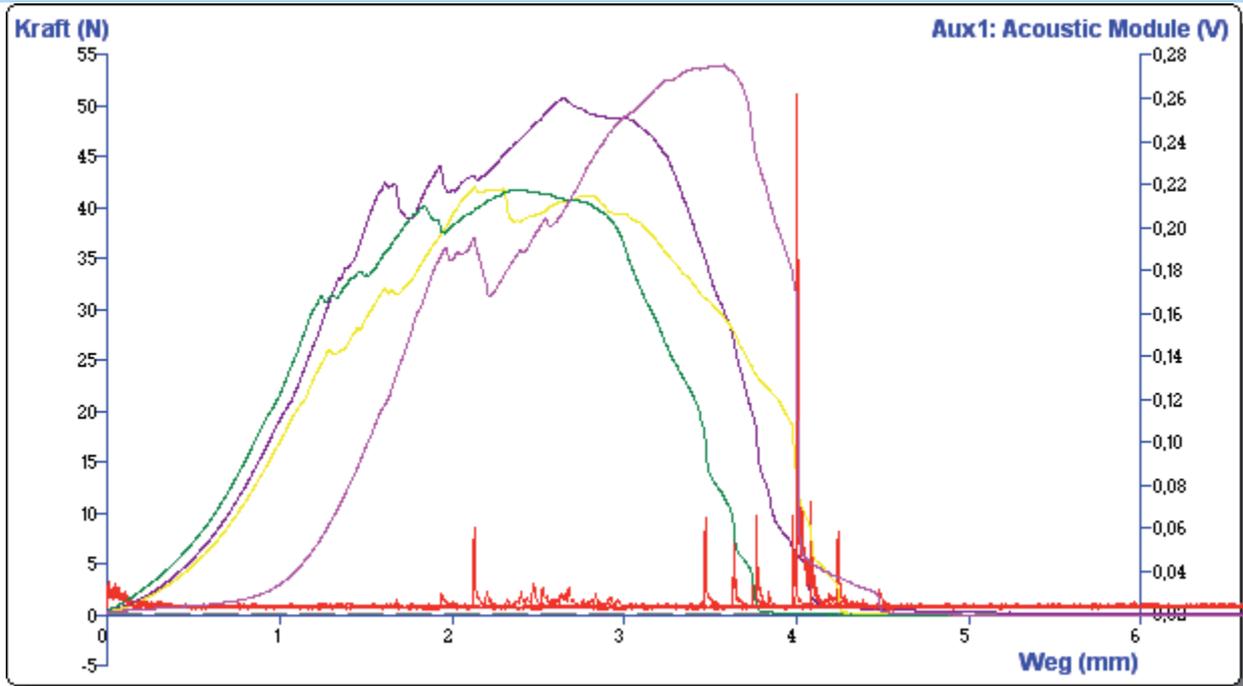
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:32:46  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 180 sec1	9 Sorte: Nerac	60,873	78,446	24,961	73,036
Karotte 70°C nach 180 sec2	9 Sorte: Nerac	58,476	90,863	21,052	89,773
Karotte 70°C nach 180 sec3	9 Sorte: Nerac	41,727	85,177	13,552	74,206
Karotte 70°C nach 180 sec4	9 Sorte: Nerac	48,137	76,990	18,268	89,273
Karotte 70°C nach 180 sec5	9 Sorte: Nerac	58,331	70,370	25,599	87,346
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	53,509	80,369	20,686	82,727
S.D.	Sorte: STDEVP(	7,346	7,048	4,456	7,488
C.V.	Sorte: STDEVP(	13,729	8,769	21,542	9,051
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 210 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

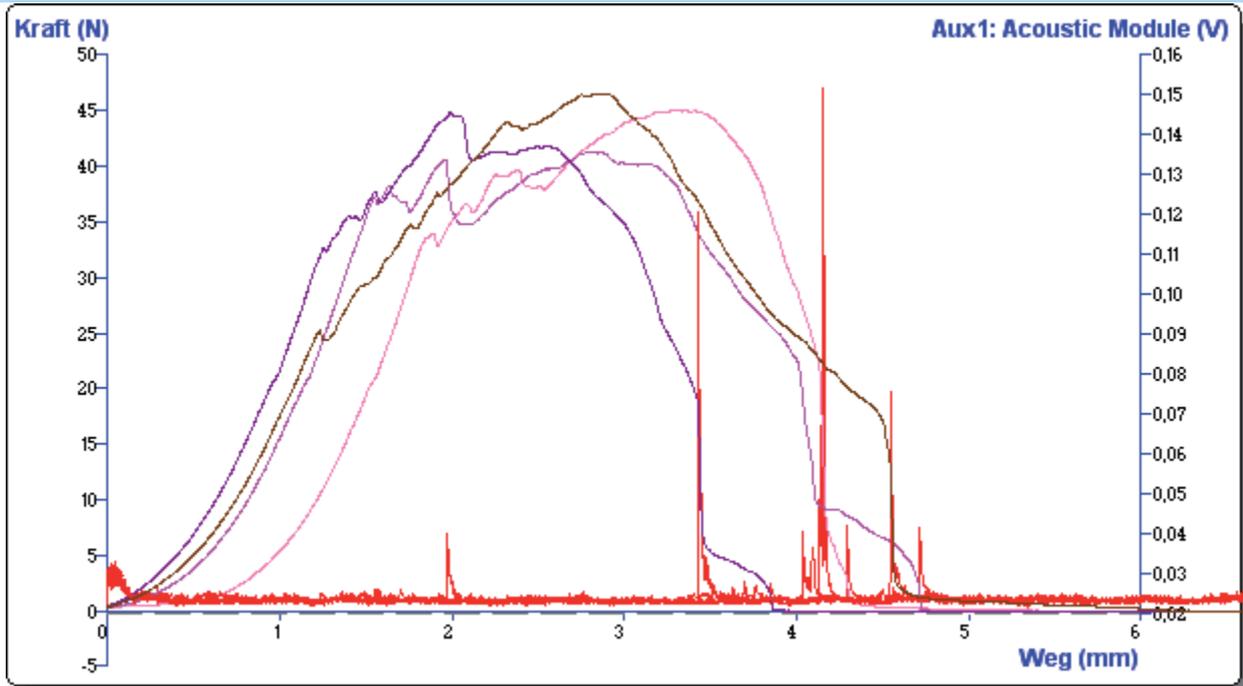
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:36:24  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 210 sec1	9 Sorte: Nerac	54,128	86,241	20,012	94,632
Karotte 70°C nach 210 sec2	9 Sorte: Nerac	50,849	70,602	20,949	80,312
Karotte 70°C nach 210 sec3	9 Sorte: Nerac	42,174	39,594	22,426	81,424
Karotte 70°C nach 210 sec4	9 Sorte: Nerac	41,948	56,973	18,293	80,130
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	47,275	63,352	20,420	84,124
S.D.	Sorte: STDEVP(	5,342	17,187	1,499	6,086
C.V.	Sorte: STDEVP(	11,299	27,130	7,342	7,235
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 240 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

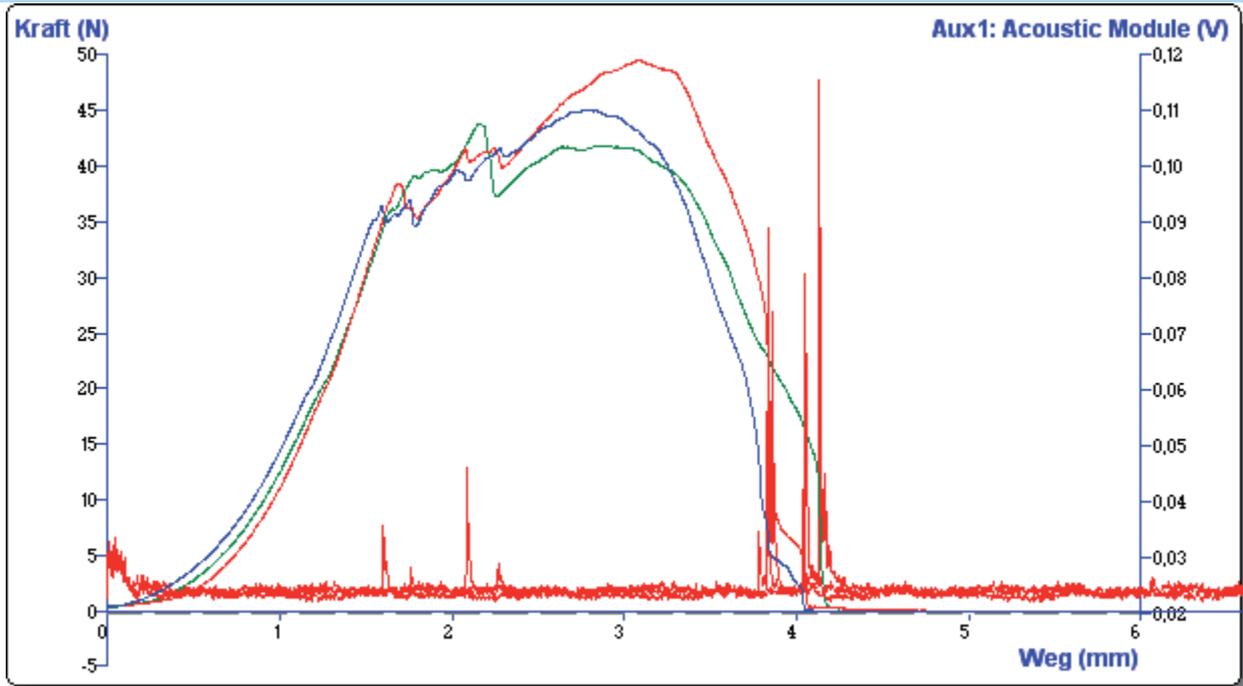
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:39:12  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 240 sec1	9 Sorte: Nerac	46,712	72,853	17,456	81,845
Karotte 70°C nach 240 sec2	9 Sorte: Nerac	45,207	73,655	17,163	89,292
Karotte 70°C nach 240 sec3	9 Sorte: Nerac	41,463	67,261	16,168	73,444
Karotte 70°C nach 240 sec4	9 Sorte: Nerac	44,969	42,841	24,877	86,994
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	44,588	64,153	18,916	82,894
S.D.	Sorte: STDEVP(	1,924	12,548	3,475	6,086
C.V.	Sorte: STDEVP(	4,315	19,560	18,369	7,342
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 270 sec2

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

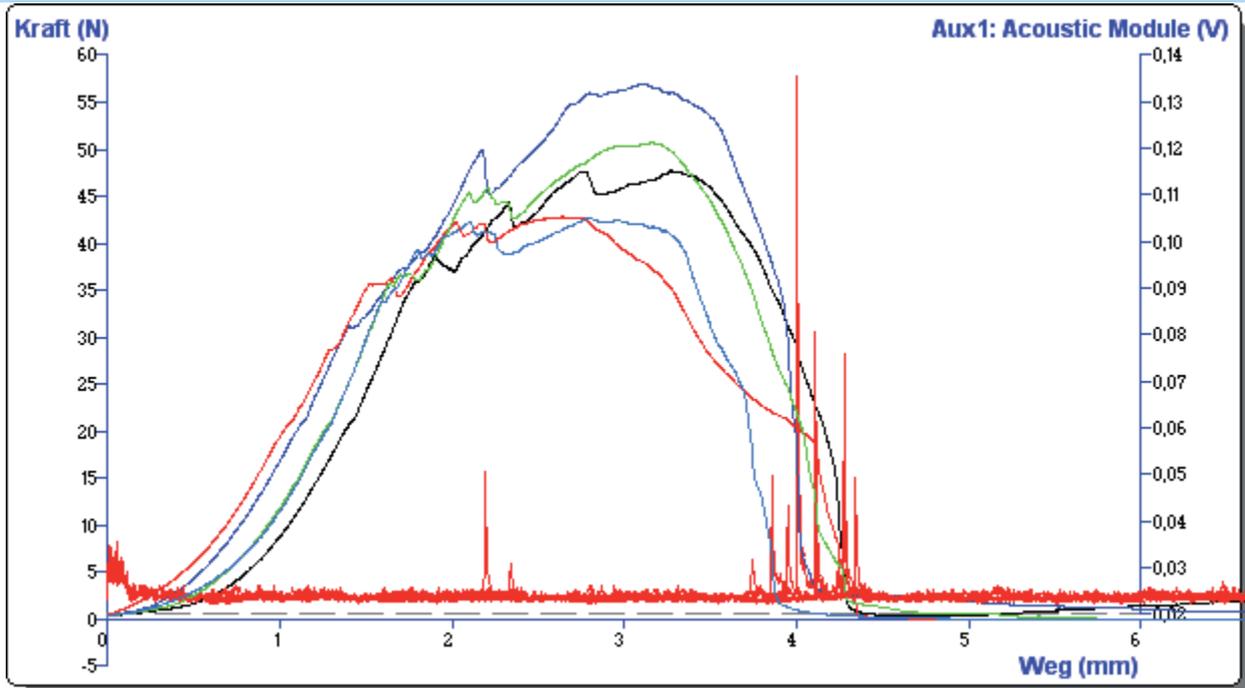
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:43:02  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 270 sec2	9 Sorte: Nerac	45,223	66,111	18,288	77,990
Karotte 70°C nach 270 sec3	9 Sorte: Nerac	44,025	38,664	25,653	86,490
Karotte 70°C nach 270 sec4	9 Sorte: Nerac	49,675	79,114	18,867	83,689
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	46,308	61,297	20,936	82,723
S.D.	Sorte: STDEVP(	2,430	16,861	3,344	3,537
C.V.	Sorte: STDEVP(	5,248	27,507	15,971	4,276
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 70°C nach 300 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

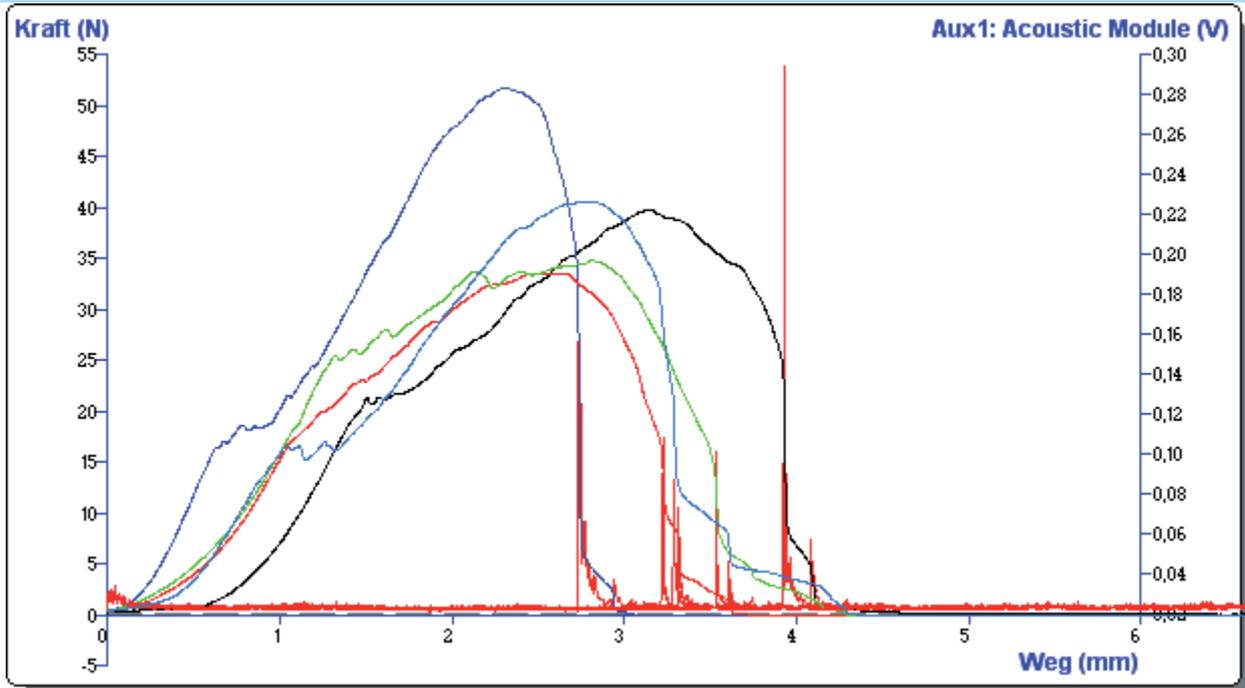
Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 25-Jan-2010 14:44:53  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Karotte 70°C nach 300 sec1	9 Sorte: Nerac	42,768	63,936	17,574	76,282
Karotte 70°C nach 300 sec2	9 Sorte: Nerac	47,810	82,473	17,303	74,954
Karotte 70°C nach 300 sec3	9 Sorte: Nerac	57,140	93,291	20,291	88,135
Karotte 70°C nach 300 sec4	9 Sorte: Nerac	42,927	65,767	17,056	76,032
Karotte 70°C nach 300 sec5	9 Sorte: Nerac	50,803	84,730	18,521	82,491
Ende Charge: L19 Nr.119 Sorte: Nerac	9 Sorte: Nerac				
Average	Sorte: AVERAG	48,289	78,039	18,149	79,579
S.D.	Sorte: STDEVP(	5,369	11,371	1,181	5,030
C.V.	Sorte: STDEVP(	11,118	14,571	6,505	6,321
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 30 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

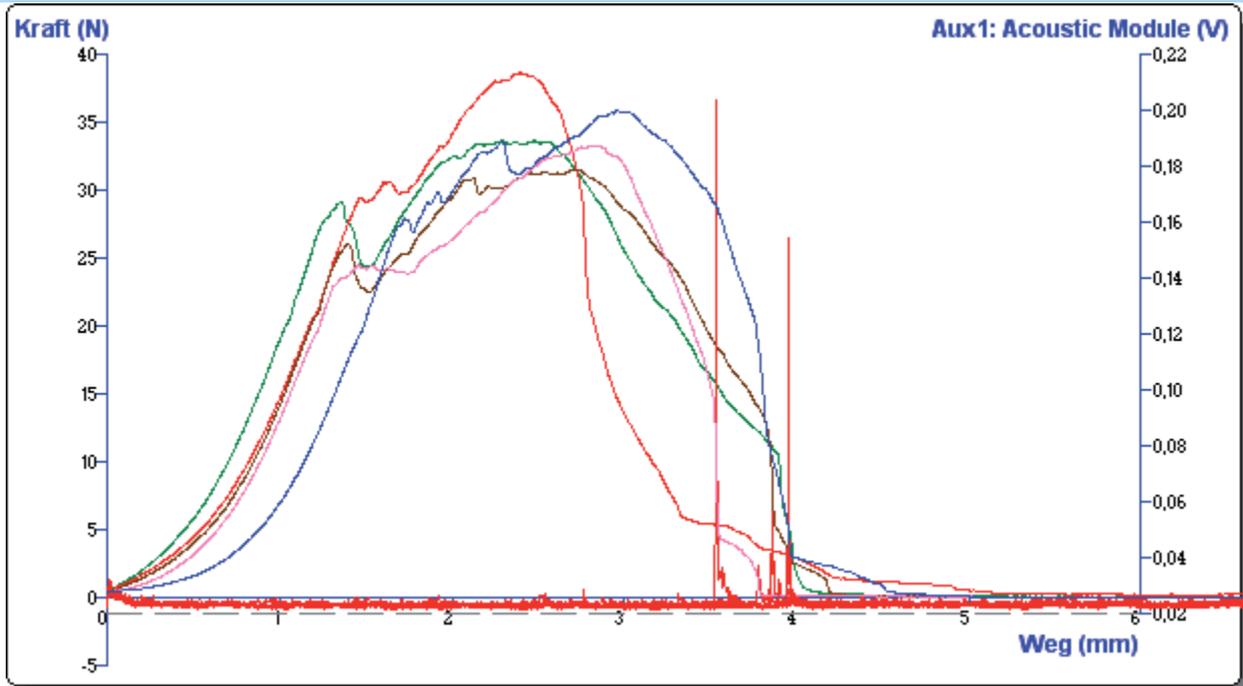
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 12:35:29  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	Nr.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 30 sec1	Nr.119 Sorte: Nerac	40,750	55,378	16,088	83,619
Karotte 90°C nach 30 sec2	Nr.119 Sorte: Nerac	39,936	56,888	15,646	95,726
Karotte 90°C nach 30 sec3	Nr.119 Sorte: Nerac	51,871	59,034	23,443	89,571
Karotte 90°C nach 30 sec4	Nr.119 Sorte: Nerac	33,683	48,782	13,761	85,900
Karotte 90°C nach 30 sec5	Nr.119 Sorte: Nerac	34,994	58,413	13,005	85,239
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	Nr.119 Sorte: Nerac				
Average	Jr.119 Sorte: Nerac A	40,247	55,699	16,389	88,011
S.D.	Jr.119 Sorte: Nerac S	6,421	3,684	3,708	4,322
C.V.	Jr.119 Sorte: Nerac S	15,954	6,614	22,627	4,910
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 60 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

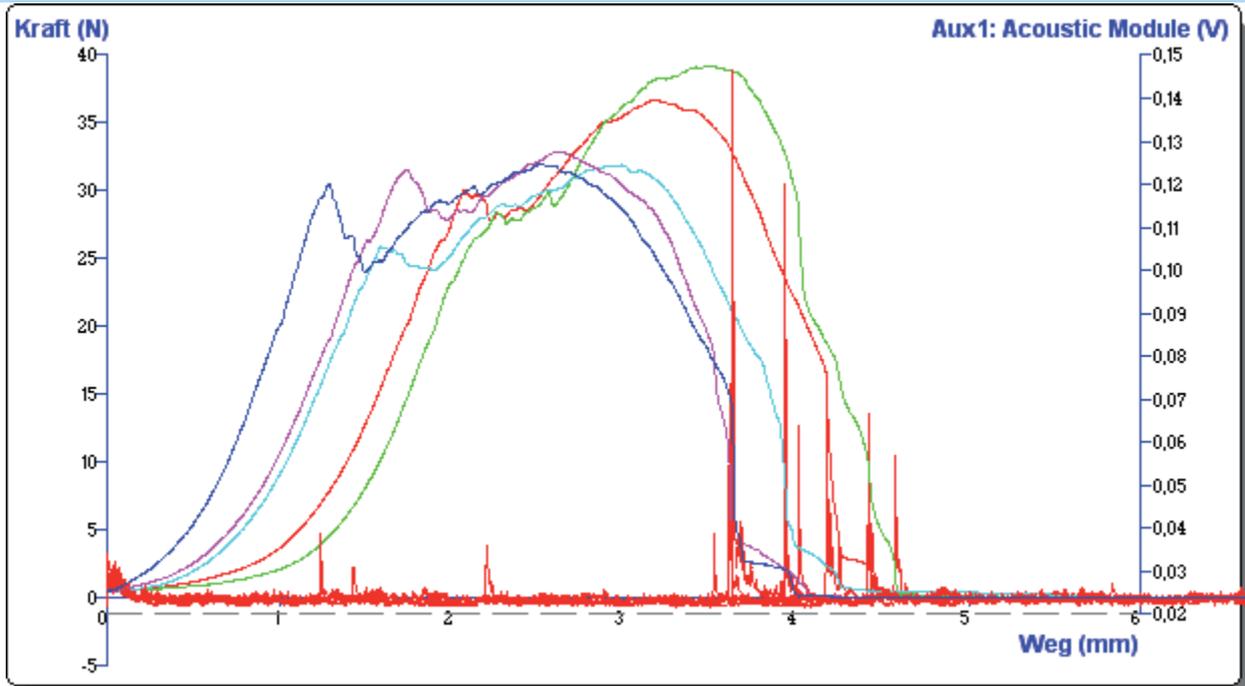
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 12:39:25  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	Nr.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 60 sec1	Nr.119 Sorte: Nerac	35,914	52,973	14,672	89,500
Karotte 90°C nach 60 sec2	Nr.119 Sorte: Nerac	33,727	49,547	14,071	68,427
Karotte 90°C nach 60 sec3	Nr.119 Sorte: Nerac	38,689	46,275	17,771	66,250
Karotte 90°C nach 60 sec4	Nr.119 Sorte: Nerac	31,611	50,563	12,239	78,576
Karotte 90°C nach 60 sec5	Nr.119 Sorte: Nerac	33,320	52,293	12,781	92,236
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	Nr.119 Sorte: Nerac				
Average	Jr.119 Sorte: Nerac A	34,652	50,330	14,307	78,998
S.D.	Jr.119 Sorte: Nerac S	2,440	2,364	1,939	10,583
C.V.	Jr.119 Sorte: Nerac S	7,041	4,698	13,553	13,396
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 90 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

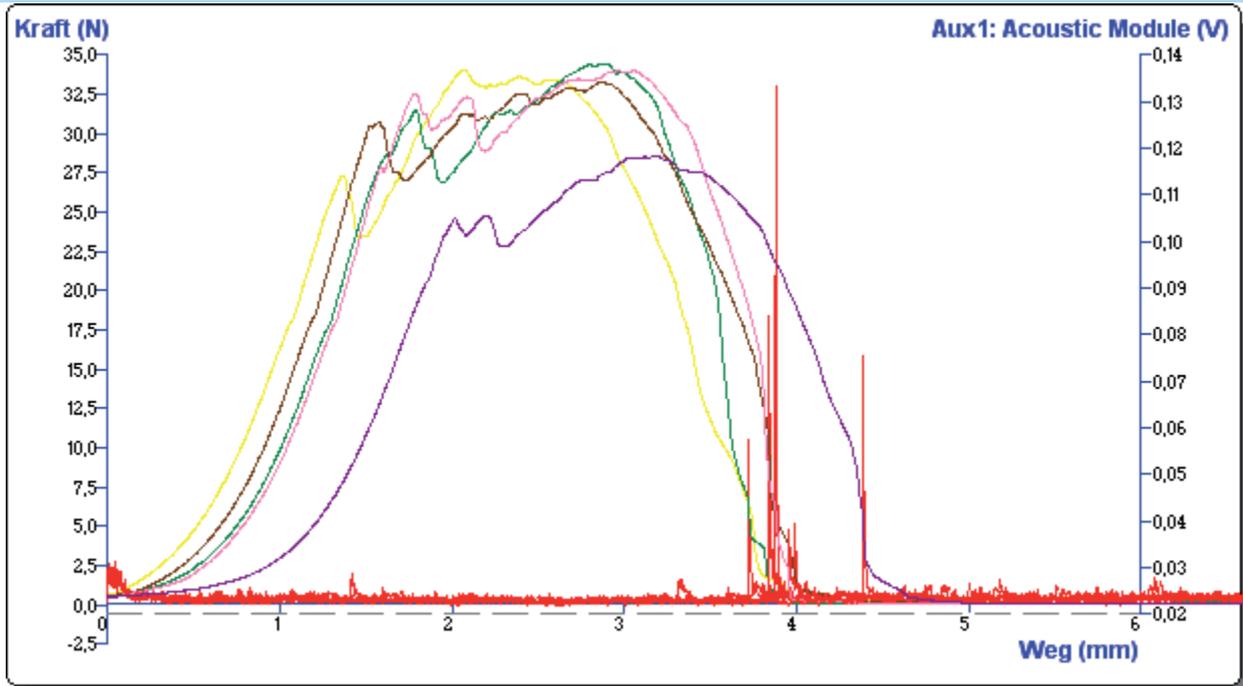
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 12:45:33  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 90 sec1	r.119 Sorte: Nerac	31,924	49,498	13,143	88,936
Karotte 90°C nach 90 sec2	r.119 Sorte: Nerac	36,760	51,366	15,164	81,931
Karotte 90°C nach 90 sec3	r.119 Sorte: Nerac	39,199	57,958	15,542	80,156
Karotte 90°C nach 90 sec4	r.119 Sorte: Nerac	31,917	51,774	12,192	86,874
Karotte 90°C nach 90 sec5	r.119 Sorte: Nerac	32,908	44,960	14,516	81,470
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	34,542	51,111	14,111	83,873
S.D.	119 Sorte: N STDE	2,933	4,191	1,260	3,406
C.V.	119 Sorte: N STDE	8,492	8,200	8,931	4,061
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 120 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

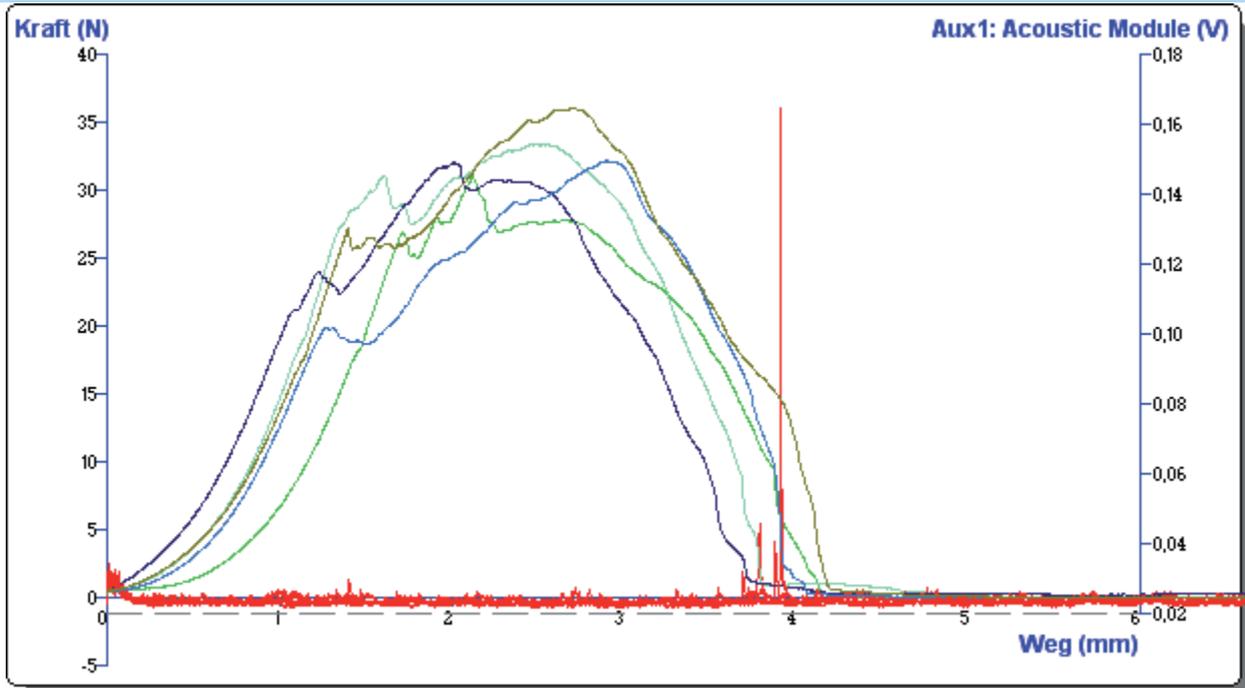
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 12:48:43  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 120 sec1	r.119 Sorte: Nerac	28,548	42,212	11,716	81,802
Karotte 90°C nach 120 sec2	r.119 Sorte: Nerac	34,025	33,055	18,334	66,506
Karotte 90°C nach 120 sec3	r.119 Sorte: Nerac	34,424	53,719	13,625	78,320
Karotte 90°C nach 120 sec4	r.119 Sorte: Nerac	33,287	55,497	12,815	82,998
Karotte 90°C nach 120 sec5	r.119 Sorte: Nerac	34,009	58,876	12,769	87,998
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	32,858	48,672	13,852	79,525
S.D.	119 Sorte: N STDE	2,186	9,610	2,322	7,211
C.V.	119 Sorte: N STDE	6,654	19,745	16,762	9,067
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 150 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

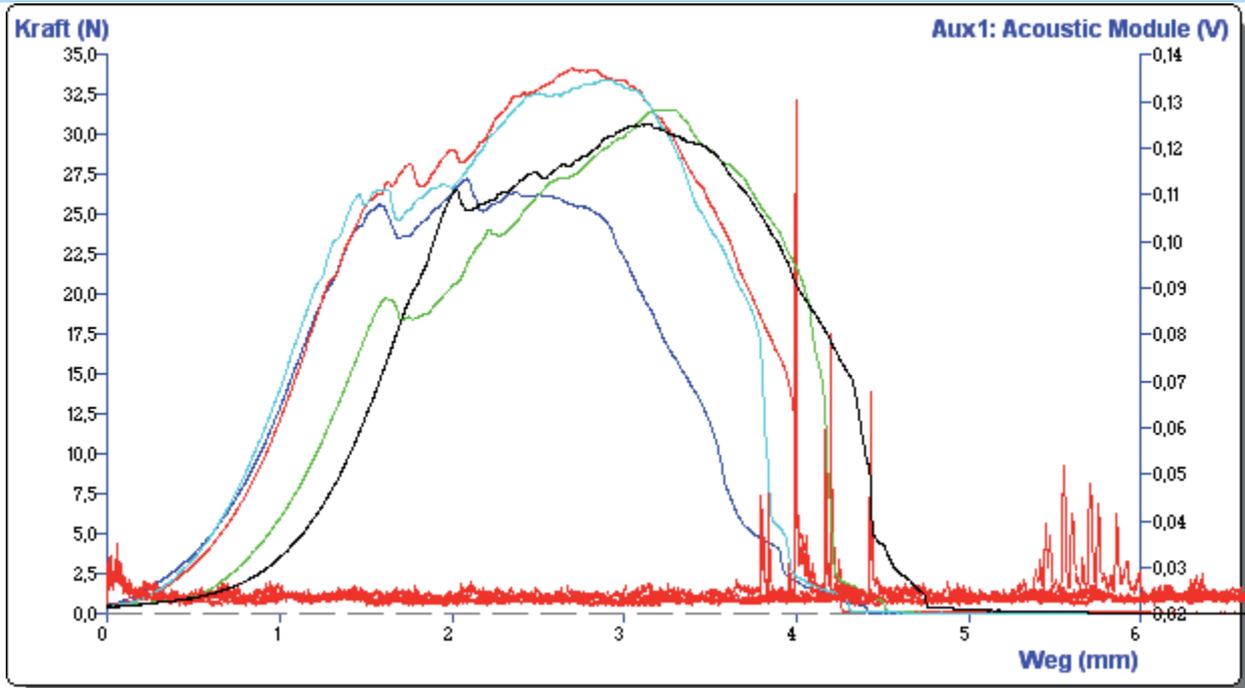
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 12:52:04  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 150 sec1	r.119 Sorte: Nerac	36,070	52,160	14,557	69,741
Karotte 90°C nach 150 sec2	r.119 Sorte: Nerac	31,034	23,743	20,019	73,155
Karotte 90°C nach 150 sec3	r.119 Sorte: Nerac	33,446	46,268	14,834	74,906
Karotte 90°C nach 150 sec4	r.119 Sorte: Nerac	32,087	32,937	16,894	69,565
Karotte 90°C nach 150 sec5	r.119 Sorte: Nerac	32,214	49,462	12,143	90,139
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	32,970	40,914	15,690	75,501
S.D.	119 Sorte: N STDE	1,728	10,832	2,638	7,596
C.V.	119 Sorte: N STDE	5,242	26,475	16,812	10,061
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 180 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

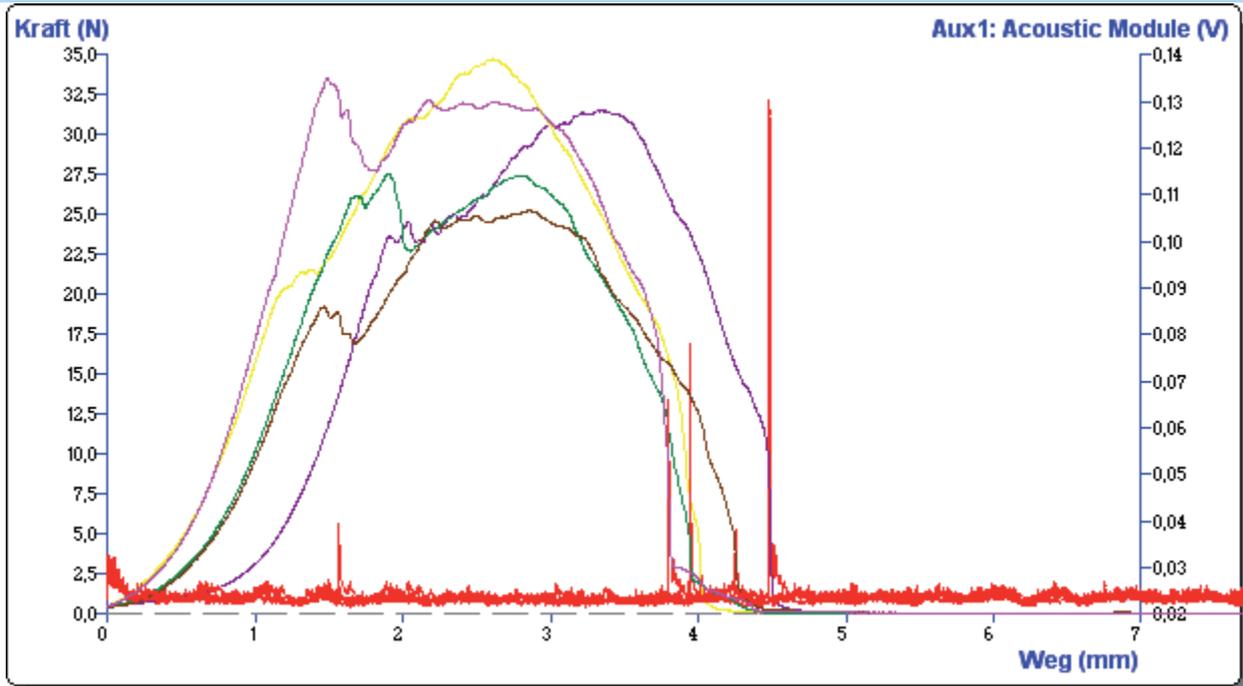
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 12:55:17  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 180 sec1	r.119 Sorte: Nerac	30,708	45,433	12,565	80,466
Karotte 90°C nach 180 sec2	r.119 Sorte: Nerac	27,254	28,626	14,424	67,463
Karotte 90°C nach 180 sec3	r.119 Sorte: Nerac	34,140	48,500	14,161	87,760
Karotte 90°C nach 180 sec4	r.119 Sorte: Nerac	31,614	49,693	11,519	82,491
Karotte 90°C nach 180 sec5	r.119 Sorte: Nerac	33,444	55,991	12,431	75,190
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	31,432	45,649	13,020	78,674
S.D.	119 Sorte: N STDE	2,424	9,179	1,103	6,902
C.V.	119 Sorte: N STDE	7,713	20,108	8,468	8,772
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 210 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

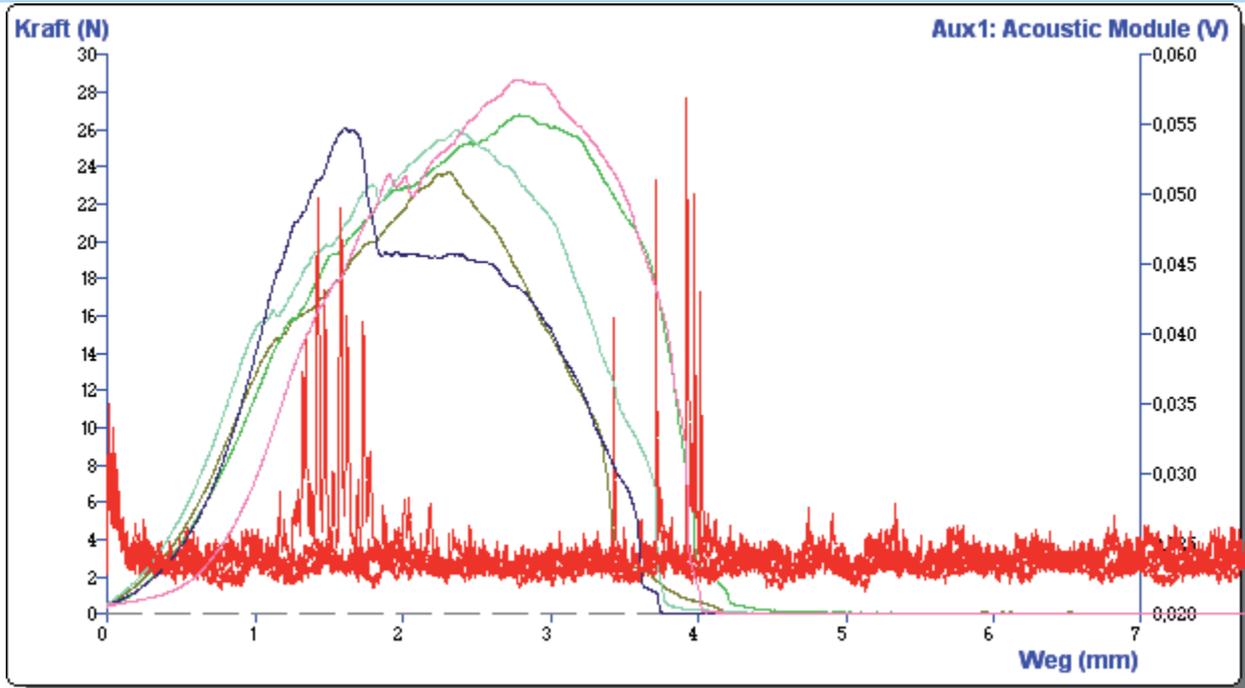
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 12:58:23  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 210 sec1	r.119 Sorte: Nerac	33,596	17,790	28,012	80,077
Karotte 90°C nach 210 sec2	r.119 Sorte: Nerac	31,534	49,075	12,235	87,749
Karotte 90°C nach 210 sec3	r.119 Sorte: Nerac	34,757	48,395	14,155	68,627
Karotte 90°C nach 210 sec4	r.119 Sorte: Nerac	27,594	21,337	17,797	82,164
Karotte 90°C nach 210 sec5	r.119 Sorte: Nerac	25,276	40,210	9,683	71,891
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	30,551	35,361	16,376	78,102
S.D.	119 Sorte: N STDE	3,592	13,318	6,392	6,954
C.V.	119 Sorte: N STDE	11,756	37,664	39,032	8,904
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 240 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

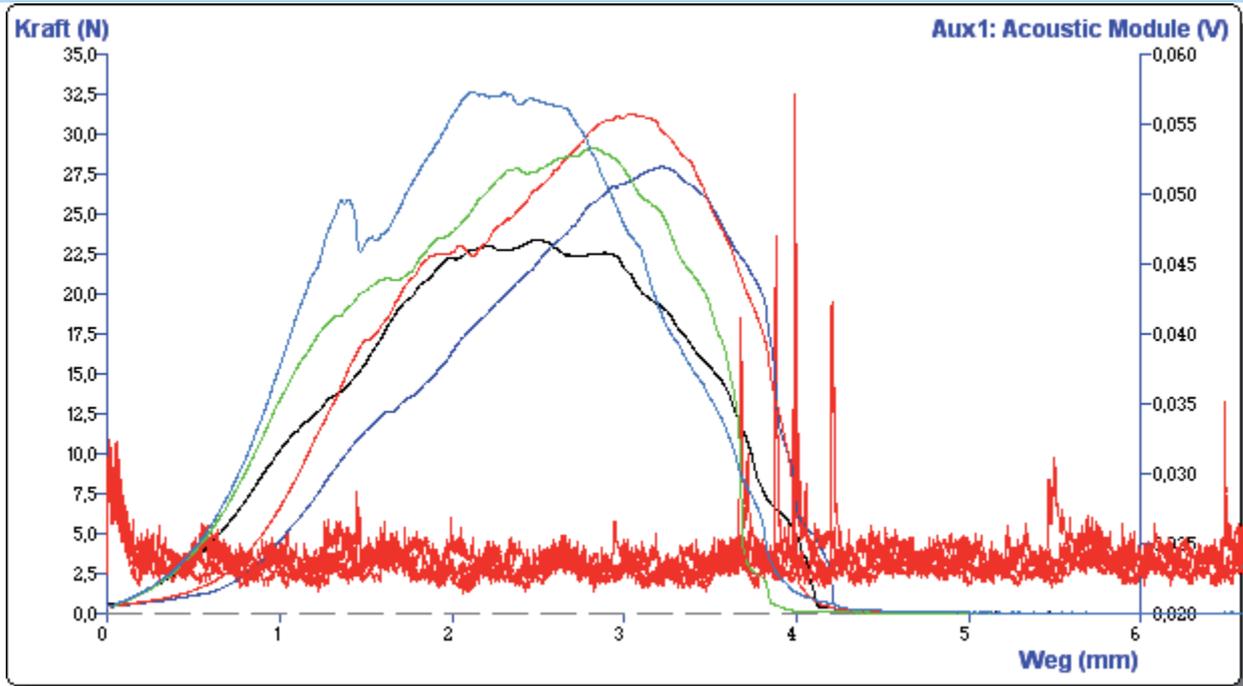
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 13:01:24  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 240 sec1	r.119 Sorte: Nerac	28,669	37,483	12,501	78,123
Karotte 90°C nach 240 sec2	r.119 Sorte: Nerac	23,710	29,580	10,589	73,272
Karotte 90°C nach 240 sec3	r.119 Sorte: Nerac	26,788	41,870	10,028	76,323
Karotte 90°C nach 240 sec4	r.119 Sorte: Nerac	25,981	34,828	11,176	76,643
Karotte 90°C nach 240 sec5	r.119 Sorte: Nerac	26,097	16,946	19,331	67,687
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	26,249	32,142	12,725	74,410
S.D.	119 Sorte: N STDE	1,593	8,577	3,404	3,713
C.V.	119 Sorte: N STDE	6,068	26,687	26,748	4,990
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 270 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

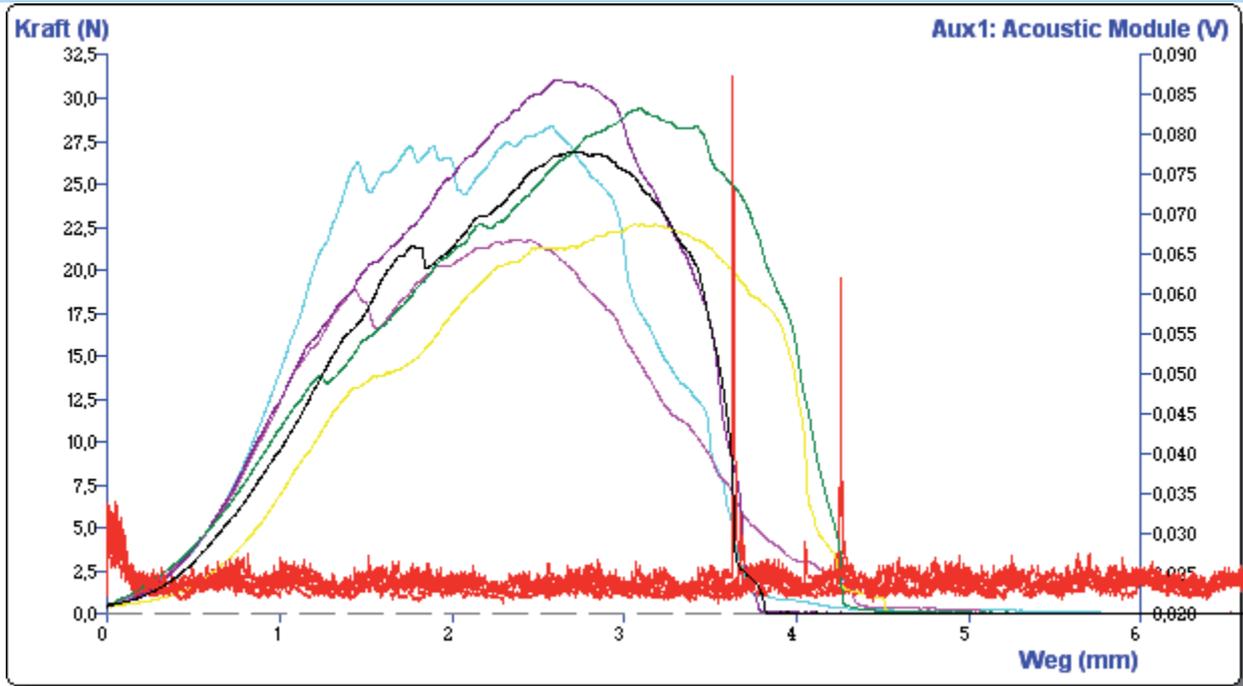
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 13:04:35  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 90°C nach 270 sec1	r.119 Sorte: Nerac	32,739	32,745	17,454	67,117
Karotte 90°C nach 270 sec2	r.119 Sorte: Nerac	23,489	31,165	9,911	68,117
Karotte 90°C nach 270 sec3	r.119 Sorte: Nerac	28,023	39,436	10,579	75,420
Karotte 90°C nach 270 sec4	r.119 Sorte: Nerac	31,351	44,978	12,355	78,222
Karotte 90°C nach 270 sec5	r.119 Sorte: Nerac	29,175	46,419	10,898	73,155
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	28,955	38,949	12,240	72,406
S.D.	119 Sorte: N STDE	3,189	6,188	2,727	4,239
C.V.	119 Sorte: N STDE	11,014	15,887	22,281	5,854
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 90°C nach 300 sec6

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

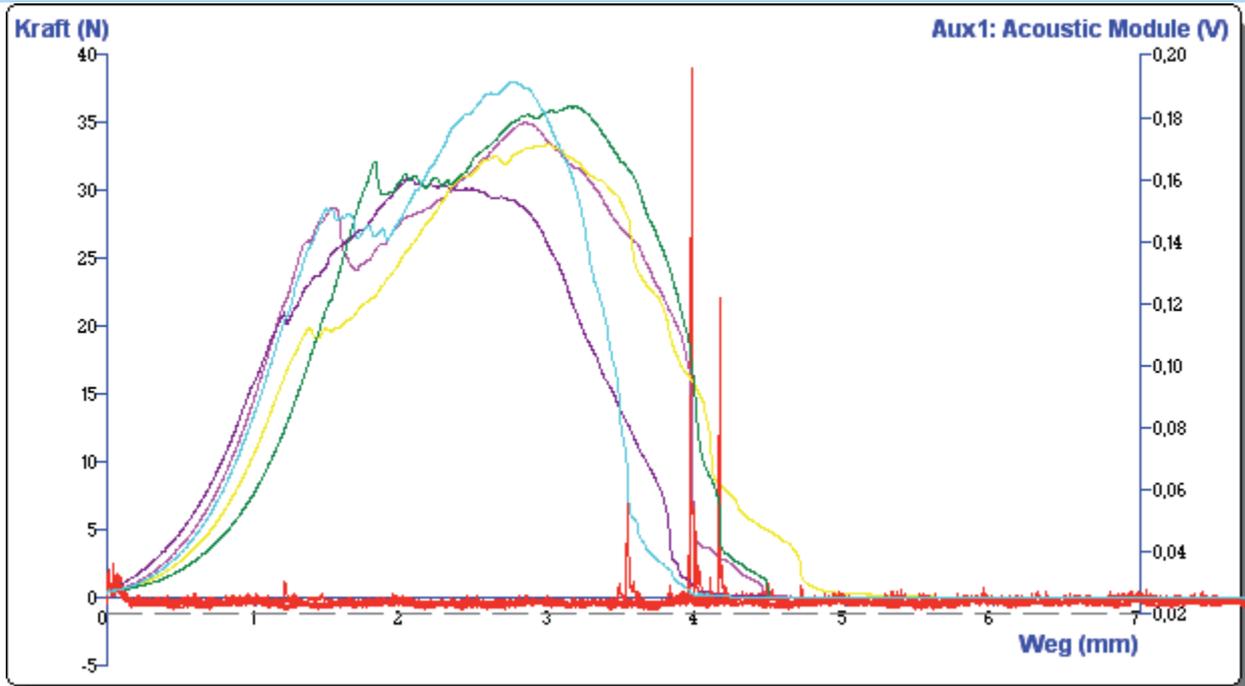
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 13:10:12  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac					
Karotte 90°C nach 300 sec6	r.119 Sorte: Nerac	26,922	38,492	10,612	83,405
Karotte 90°C nach 300 sec1	r.119 Sorte: Nerac	28,434	43,337	11,847	67,349
Karotte 90°C nach 300 sec2	r.119 Sorte: Nerac	21,811	29,640	9,594	69,386
Karotte 90°C nach 300 sec3	r.119 Sorte: Nerac	31,069	41,585	12,776	69,202
Karotte 90°C nach 300 sec4	r.119 Sorte: Nerac	22,672	37,542	8,104	69,294
Karotte 90°C nach 300 sec5	r.119 Sorte: Nerac	29,383	47,793	9,761	79,330
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac					
Average	119 Sorte: N AVEF	26,715	39,732	10,449	72,994
S.D.	119 Sorte: N STDE	3,402	5,621	1,533	6,076
C.V.	119 Sorte: N STDE	12,736	14,148	14,669	8,323
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 30 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

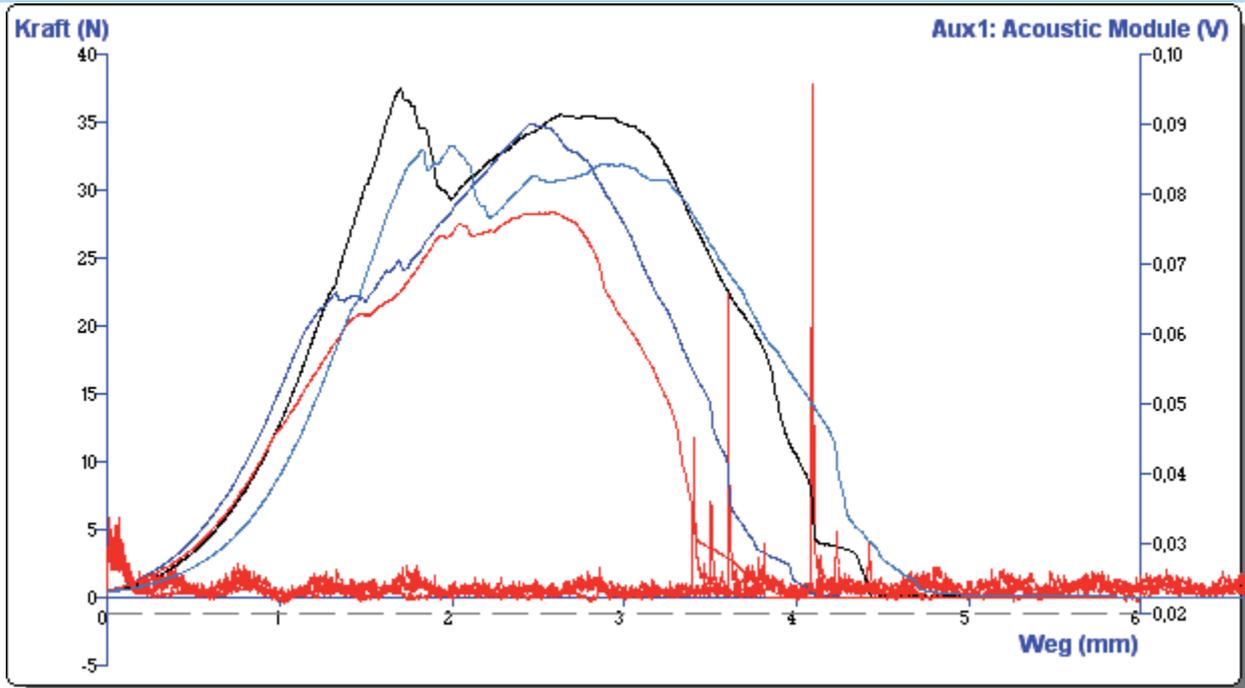
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:27:51  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 30 sec1	r.119 Sorte: Nerac	38,059	54,506	15,360	78,189
Karotte 100°C nach 30 sec2	r.119 Sorte: Nerac	35,054	54,557	13,352	91,821
Karotte 100°C nach 30 sec3	r.119 Sorte: Nerac	30,973	31,617	16,297	71,109
Karotte 100°C nach 30 sec4	r.119 Sorte: Nerac	33,437	52,315	12,388	69,109
Karotte 100°C nach 30 sec5	r.119 Sorte: Nerac	36,231	60,421	13,348	87,042
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	34,751	50,683	14,149	79,454
S.D.	119 Sorte: N STDE	2,418	9,906	1,446	8,818
C.V.	119 Sorte: N STDE	6,957	19,545	10,221	11,098
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 60 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

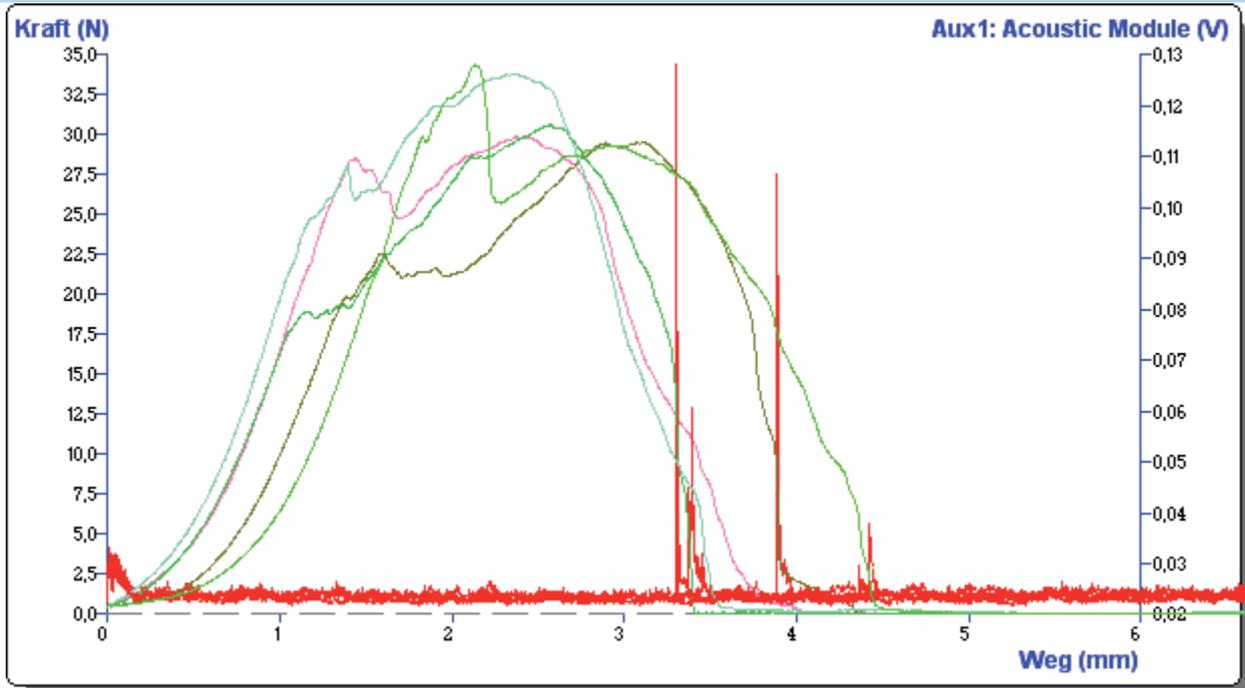
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:30:25  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N	Fläche Peak max N.mm	Anstieg Peak max N/mm	Schalldruckpegel max dB (SPL)
		Kraft 1	Fläche F-D 1:2	Steigung F-D 1:2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 60 sec1	r.119 Sorte: Nerac	33,313	25,055	21,874	69,386
Karotte 100°C nach 60 sec2	r.119 Sorte: Nerac	37,563	20,947	28,823	84,442
Karotte 100°C nach 60 sec3	r.119 Sorte: Nerac	34,933	42,048	15,499	80,077
Karotte 100°C nach 60 sec4	r.119 Sorte: Nerac	28,448	40,642	11,775	74,858
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	33,564	32,173	19,493	77,191
S.D.	119 Sorte: N STDE	3,320	9,300	6,485	5,641
C.V.	119 Sorte: N STDE	9,893	28,905	33,271	7,308
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 90 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

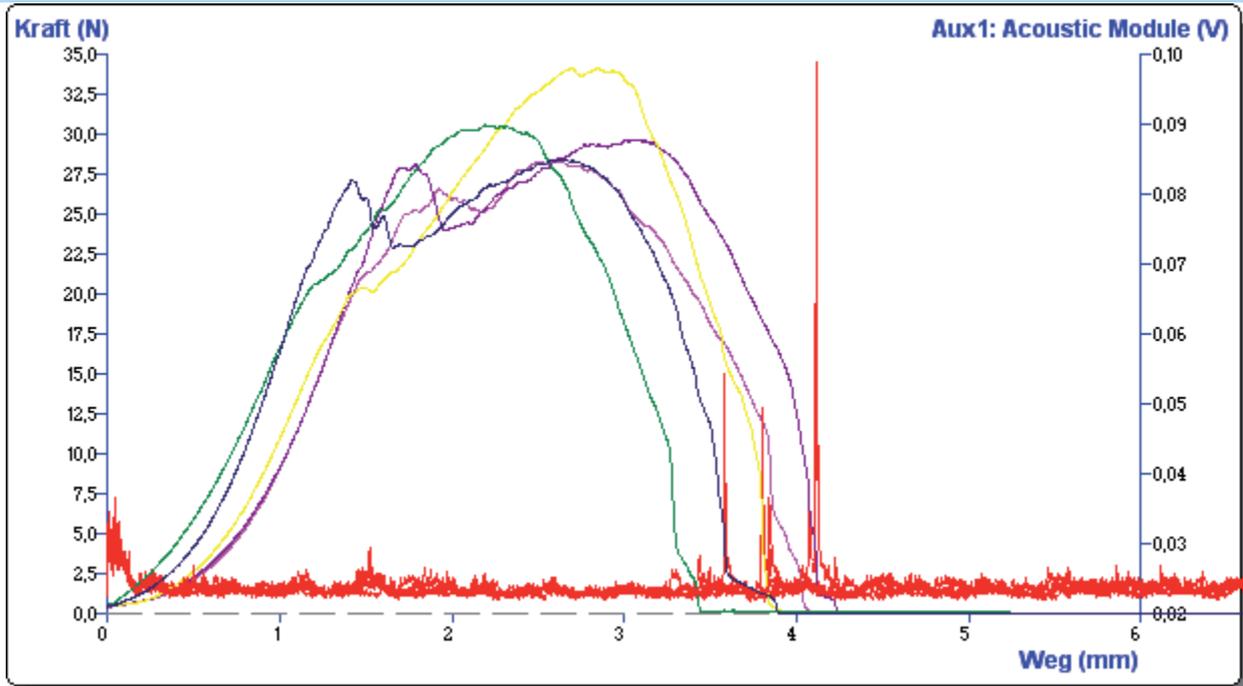
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:33:16  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 90 sec1	r.119 Sorte: Nerac	34,396	25,008	22,689	71,685
Karotte 100°C nach 90 sec2	r.119 Sorte: Nerac	29,879	41,258	13,393	68,325
Karotte 100°C nach 90 sec3	r.119 Sorte: Nerac	29,574	50,241	10,582	85,611
Karotte 100°C nach 90 sec4	r.119 Sorte: Nerac	30,646	43,200	12,608	87,561
Karotte 100°C nach 90 sec5	r.119 Sorte: Nerac	33,862	45,796	15,082	68,117
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	31,671	41,101	14,870	76,260
S.D.	119 Sorte: N STDE	2,044	8,591	4,168	8,548
C.V.	119 Sorte: N STDE	6,453	20,902	28,029	11,209
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 120 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

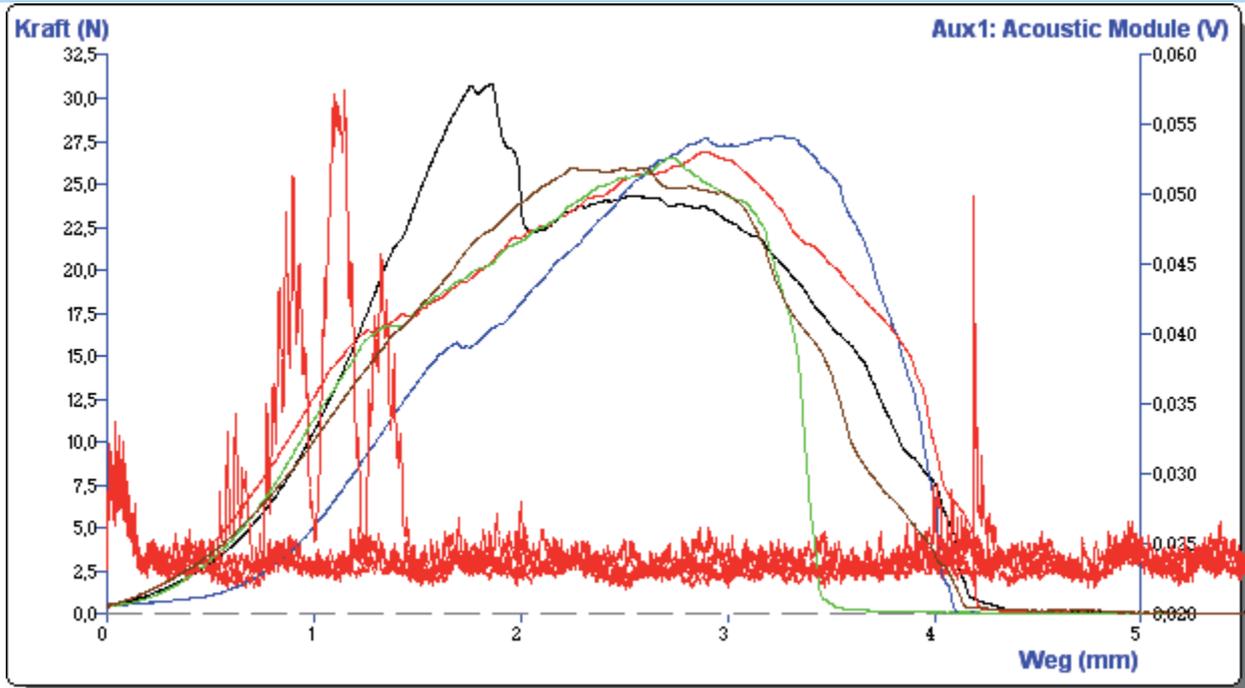
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:36:10  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 120 sec1	r.119 Sorte: Nerac	28,457	45,071	11,522	77,575
Karotte 100°C nach 120 sec2	r.119 Sorte: Nerac	28,375	36,032	13,143	71,109
Karotte 100°C nach 120 sec3	r.119 Sorte: Nerac	29,725	52,392	10,776	84,834
Karotte 100°C nach 120 sec4	r.119 Sorte: Nerac	34,246	43,993	14,502	76,241
Karotte 100°C nach 120 sec5	r.119 Sorte: Nerac	30,627	36,133	14,488	69,015
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	30,286	42,724	12,886	75,755
S.D.	119 Sorte: N STDE	2,150	6,145	1,520	5,532
C.V.	119 Sorte: N STDE	7,098	14,383	11,799	7,302
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 150 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

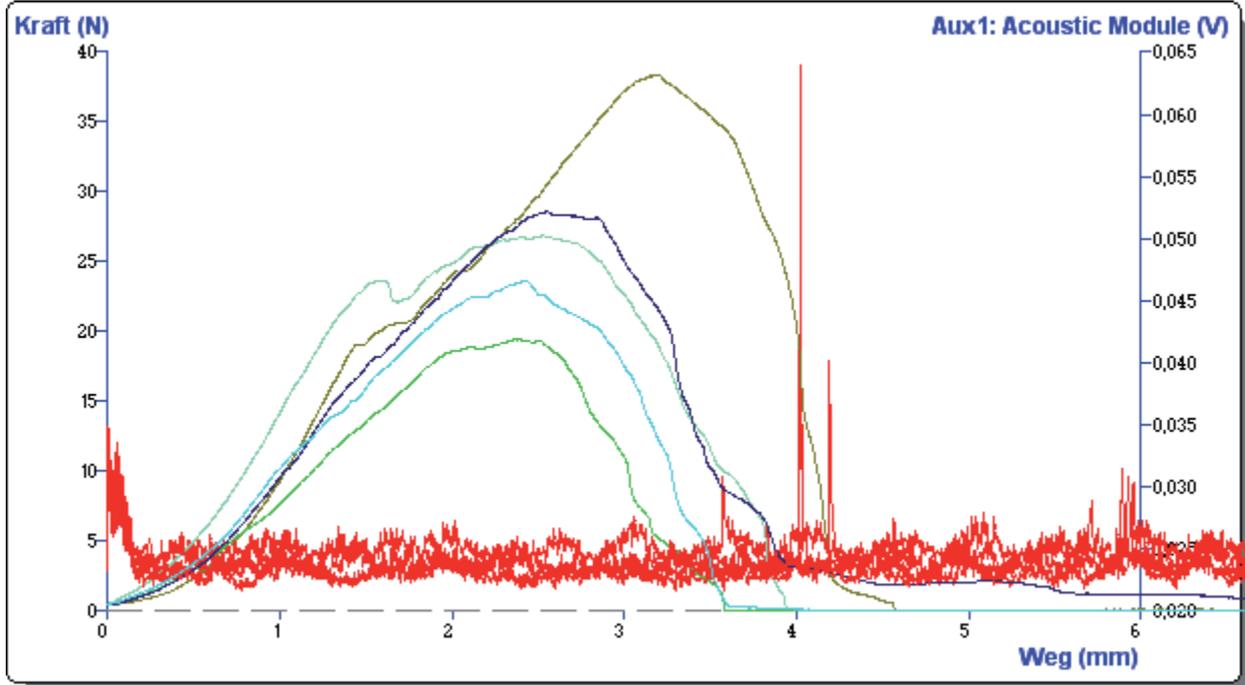
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:38:39  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 150 sec1	r.119 Sorte: Nerac	25,966	35,901	10,656	68,726
Karotte 100°C nach 150 sec2	r.119 Sorte: Nerac	30,783	21,893	20,483	69,294
Karotte 100°C nach 150 sec3	r.119 Sorte: Nerac	27,856	44,213	10,192	67,687
Karotte 100°C nach 150 sec4	r.119 Sorte: Nerac	26,888	44,308	9,567	78,255
Karotte 100°C nach 150 sec5	r.119 Sorte: Nerac	26,559	38,925	10,436	68,528
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	27,611	37,048	12,267	70,498
S.D.	119 Sorte: N STDE	1,700	8,229	4,124	3,913
C.V.	119 Sorte: N STDE	6,159	22,212	33,619	5,550
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 180 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

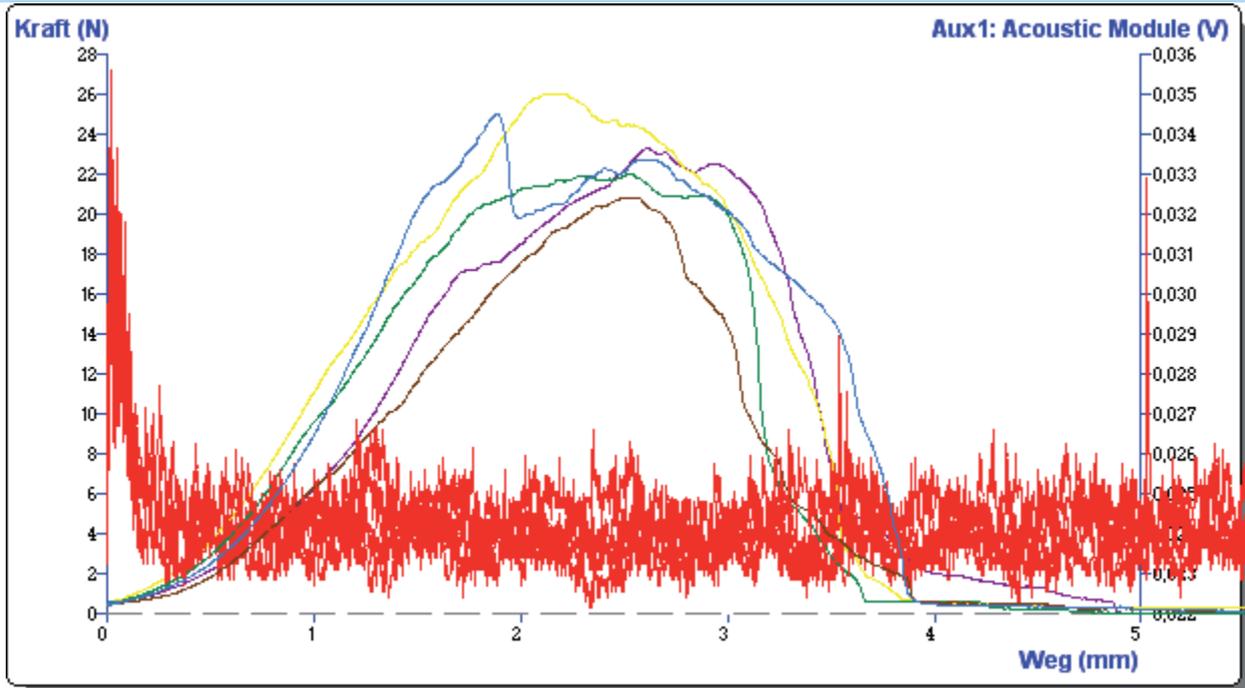
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:42:12  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 180 sec1	r.119 Sorte: Nerac	23,673	29,148	10,388	76,876
Karotte 100°C nach 180 sec2	r.119 Sorte: Nerac	38,384	57,069	13,618	79,698
Karotte 100°C nach 180 sec3	r.119 Sorte: Nerac	19,448	23,425	8,672	69,015
Karotte 100°C nach 180 sec4	r.119 Sorte: Nerac	26,903	40,473	10,861	69,202
Karotte 100°C nach 180 sec5	r.119 Sorte: Nerac	28,594	34,461	12,484	69,015
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	27,400	36,913	11,205	72,761
S.D.	119 Sorte: N STDE	6,316	11,552	1,713	4,600
C.V.	119 Sorte: N STDE	23,051	31,294	15,285	6,322
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 210 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

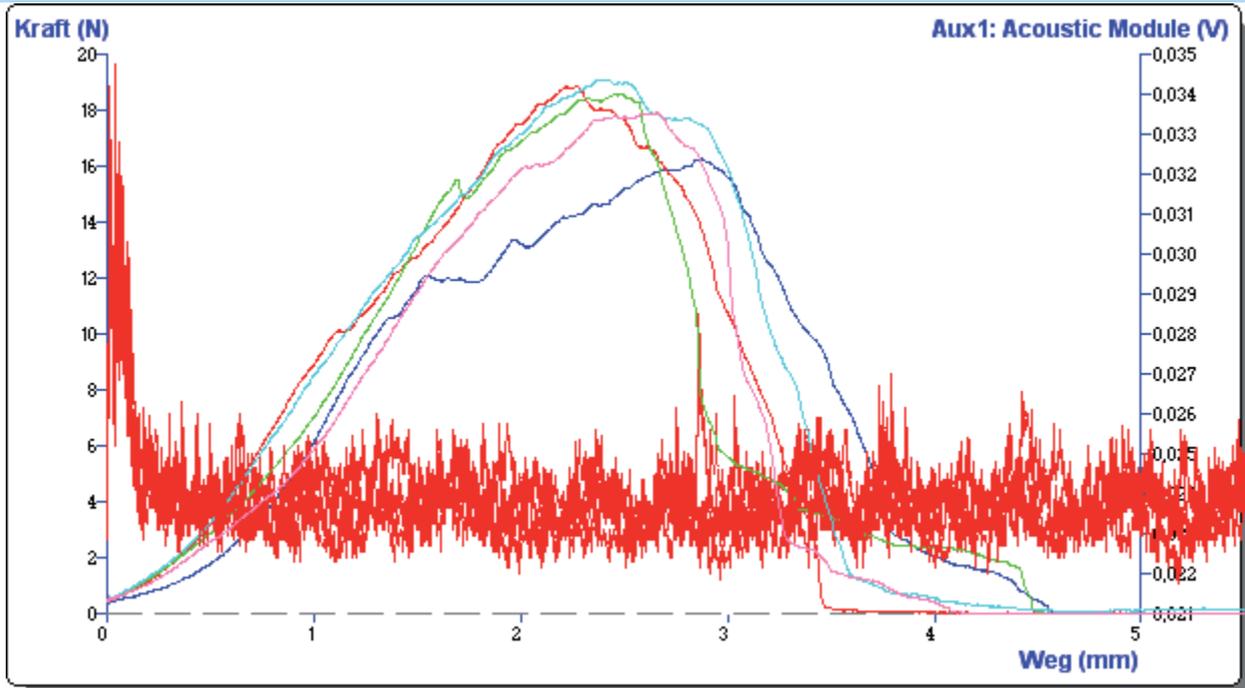
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:45:06  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N	Fläche Peak max N.mm	Anstieg Peak max N/mm	Schalldruckpegel max dB (SPL)
		Kraft 1	Fläche F-D 1:2	Steigung F-D 1:2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 210 sec1	r.119 Sorte: Nerac	25,061	18,559	16,204	69,565
Karotte 100°C nach 210 sec2	r.119 Sorte: Nerac	23,381	28,093	10,021	68,726
Karotte 100°C nach 210 sec3	r.119 Sorte: Nerac	26,087	27,266	12,960	68,627
Karotte 100°C nach 210 sec4	r.119 Sorte: Nerac	22,062	30,666	9,407	68,427
Karotte 100°C nach 210 sec5	r.119 Sorte: Nerac	20,884	24,745	9,252	70,412
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	23,495	25,866	11,569	69,151
S.D.	119 Sorte: N STDE	1,900	4,113	2,678	0,740
C.V.	119 Sorte: N STDE	8,088	15,903	23,149	1,071
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 240 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

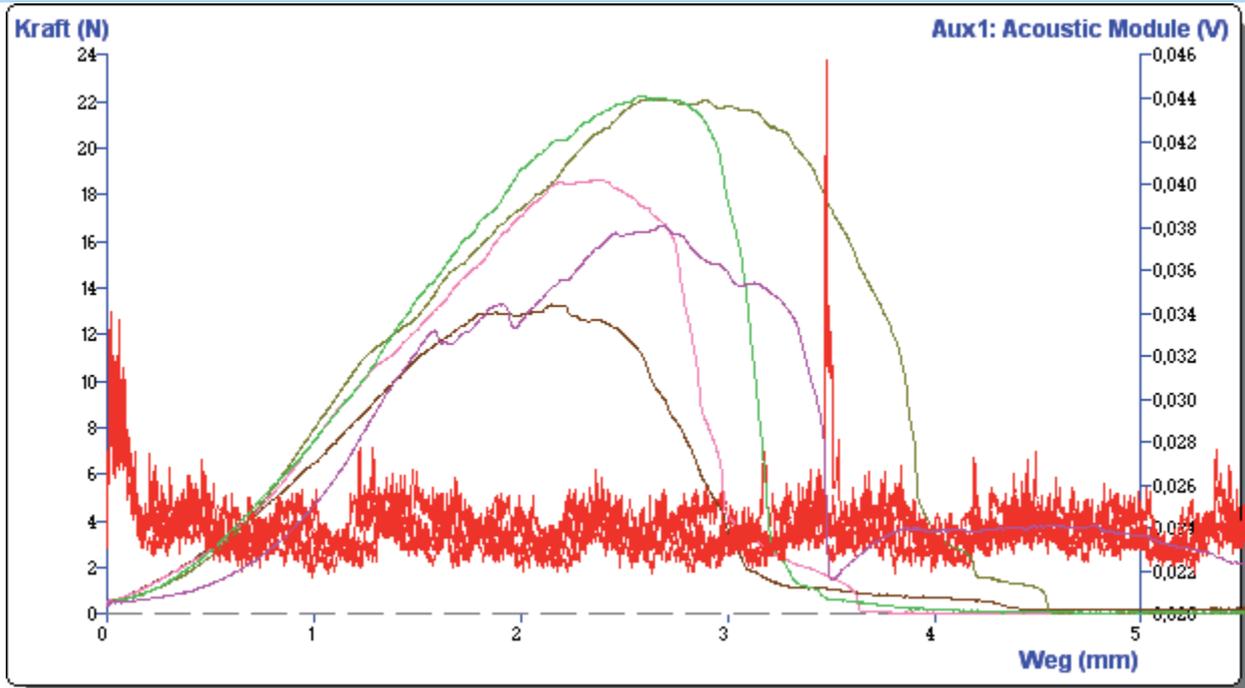
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:48:10  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 240 sec1	r.119 Sorte: Nerac	17,936	24,809	6,996	67,463
Karotte 100°C nach 240 sec2	r.119 Sorte: Nerac	16,309	25,544	6,082	67,576
Karotte 100°C nach 240 sec3	r.119 Sorte: Nerac	18,887	21,532	8,718	69,914
Karotte 100°C nach 240 sec4	r.119 Sorte: Nerac	18,600	23,681	7,821	67,576
Karotte 100°C nach 240 sec5	r.119 Sorte: Nerac	19,135	23,838	8,243	68,627
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	18,173	23,881	7,572	68,231
S.D.	119 Sorte: N STDE	1,015	1,355	0,936	0,942
C.V.	119 Sorte: N STDE	5,583	5,676	12,357	1,381
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 270 sec1

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

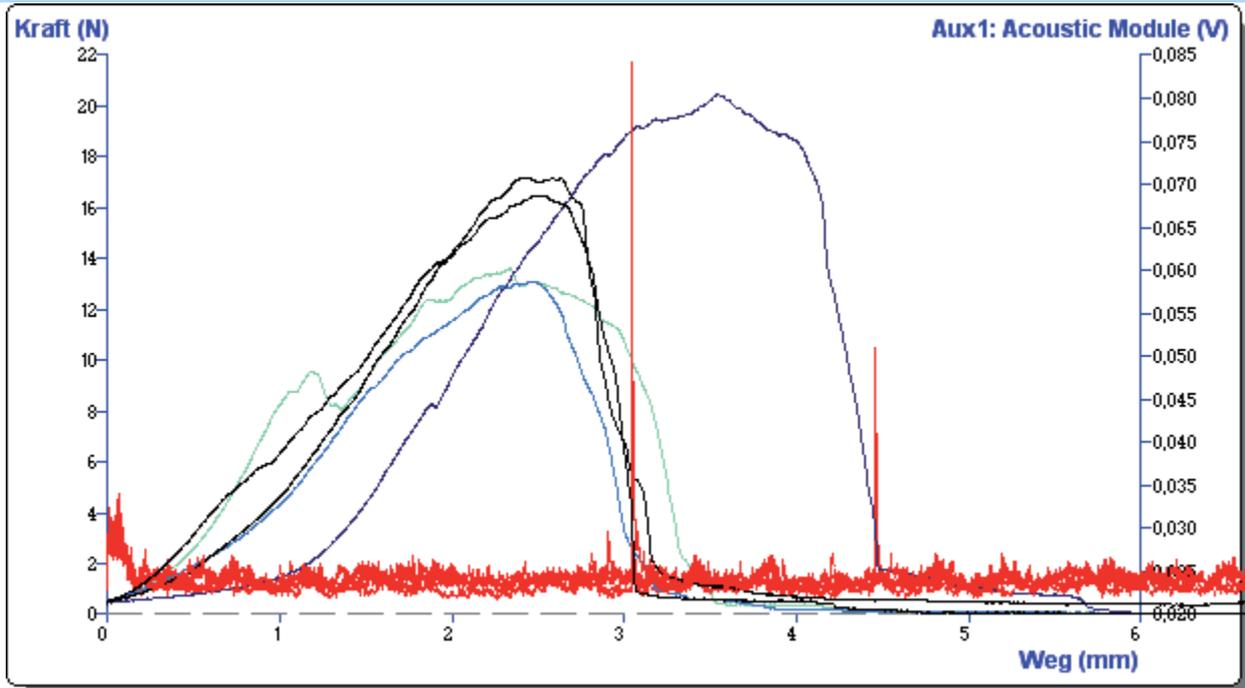
Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:50:53  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N Kraft 1	Fläche Peak max N.mm Fläche F-D 1:2	Anstieg Peak max N/mm Steigung F-D 1:2	Schalldruckpegel max dB (SPL) Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 270 sec1	r.119 Sorte: Nerac	16,704	21,771	7,153	74,906
Karotte 100°C nach 270 sec2	r.119 Sorte: Nerac	13,289	15,278	6,198	68,919
Karotte 100°C nach 270 sec3	r.119 Sorte: Nerac	18,637	21,804	8,235	68,222
Karotte 100°C nach 270 sec4	r.119 Sorte: Nerac	22,173	28,068	9,202	69,294
Karotte 100°C nach 270 sec5	r.119 Sorte: Nerac	22,248	27,904	9,335	69,476
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	18,610	22,965	8,025	70,164
S.D.	119 Sorte: N STDE	3,402	4,739	1,203	2,410
C.V.	119 Sorte: N STDE	18,280	20,636	14,996	3,435
End of Test Data					

Projekt Titel: Karotte Akustiktest  
 TEXTURE EXPONENT<sup>32</sup> REPORT



Dateiname: Karotte 100°C nach 300 sec5

T.A SETTINGS

Test Art: Druck  
 Return to Start (Set Dist)  
 Vor Geschwindigkeit: 2,0 mm/sec  
 Test Geschwindigkeit: 1,5 mm/sec  
 Rück Geschwindigkeit: 10,0 mm/sec

Weg: 10,0 mm  
 Auslöse Kraft: 50,0 g

PRODUCT PARAMETERS

Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac  
 Gemessen am: 26-Jan-2010 14:55:29  
 Gemessen von: Studenten  
 Messpunkte pro Sekunde: 500  
 Werkzeug: HDP/BSG ; Messer Set  
 mit stumpfer Klinge  
 Kapazität Kraftmesszelle : 50000g

Notes

RESULTS

Test ID	Batch	Kraft max N	Fläche Peak max N.mm	Anstieg Peak max N/mm	Schalldruckpegel max dB (SPL)
		Kraft 1	Fläche F-D 1:2	Steigung F-D 1:2	Aux1: Acoustic Module 1
Start Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Karotte 100°C nach 300 sec5	r.119 Sorte: Nerac	16,490	20,830	6,725	83,017
Karotte 100°C nach 300 sec1	r.119 Sorte: Nerac	13,612	17,351	5,992	67,463
Karotte 100°C nach 300 sec2	r.119 Sorte: Nerac	20,458	29,419	7,792	76,564
Karotte 100°C nach 300 sec3	r.119 Sorte: Nerac	13,094	16,146	5,455	67,687
Karotte 100°C nach 300 sec4	r.119 Sorte: Nerac	17,188	18,077	7,853	69,015
Ende Charge: L22 Nr.119 Sorte: Nerac	r.119 Sorte: Nerac				
Average	119 Sorte: N AVEF	16,169	20,365	6,763	72,749
S.D.	119 Sorte: N STDE	2,666	4,782	0,954	6,124
C.V.	119 Sorte: N STDE	16,487	23,479	14,111	8,417
End of Test Data					

## **Erklärung über die selbständige Anfertigung der Arbeit**

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift